

**UNIVERSIDADE DE LISBOA**

**INSTITUTO DE EDUCAÇÃO**



**A CONSTRUÇÃO DA CIÊNCIA NA EDUCAÇÃO CIENTÍFICA  
DO ENSINO SECUNDÁRIO**

**Estudo do discurso pedagógico do programa e de manuais escolares de Biologia e  
Geologia do 10.º ano e das conceções dos professores**

**Sílvia Maria Henriques Tavares de Castro**

**Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Doutora Ana Maria Roseta Morais**

**Tese especialmente elaborada para a obtenção do grau de Doutor no ramo de  
Educação, especialidade de Didática das Ciências**

**2017**



**UNIVERSIDADE DE LISBOA**  
**INSTITUTO DE EDUCAÇÃO**



**A CONSTRUÇÃO DA CIÊNCIA NA EDUCAÇÃO CIENTÍFICA**  
**DO ENSINO SECUNDÁRIO**

**Estudo do discurso pedagógico do programa e de manuais escolares de Biologia e Geologia do 10.º ano e das conceções dos professores**

Sílvia Maria Henriques Tavares de Castro

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Doutora Ana Maria Roseta Morais

Tese especialmente elaborada para a obtenção do grau de Doutor no ramo de Educação, especialidade de Didática das Ciências

Júri:

Presidente: Doutora Cecília Galvão Couto, Professora Catedrática e membro do Conselho Científico do Instituto de Educação da Universidade de Lisboa;

Vogais:

- Doutora Maria Filomena Madeira Ferreira Amador, Professora Auxiliar com Agregação do Departamento de Ciências e Tecnologia da Universidade Aberta;
- Doutora Maria Margarida de Carvalho e Silva Afonso, Professora Adjunta da Escola Superior de Educação do Instituto Politécnico de Castelo Branco;
- Doutora Ana Maria Roseta Morais, Professora Catedrática Jubilada da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, orientadora;
- Doutora Maria Isabel Seixas da Cunha Chagas, Professora Auxiliar do Instituto de Educação da Universidade de Lisboa.





Ao Pedro e à Inês



I do not know what I may appear to the world, but to myself I seem to have been only like a boy playing on the seashore, and diverting myself in now and then finding a smoother pebble or a prettier shell than ordinary, whilst the great ocean of truth lay all undiscovered before me.

(frase atribuída a Isaac Newton, Brewster, 1855)



## AGRADECIMENTOS

Começo por agradecer à Professora Doutora Ana Maria Morais a forma como orientou este meu trabalho. Da sua orientação destaco o exemplo de rigor científico, a clareza e pertinência das suas recomendações, os momentos de reflexão e de discussão que partilhámos e a disponibilidade que sempre manifestou. Estou grata por tudo isso e também pela liberdade de ação que me permitiu, que foi fundamental para que este trabalho contribuísse para o meu desenvolvimento pessoal.

Também à Professora Doutora Isabel Pestana Neves dedico uma nota especial de apreço, pela sua participação nalguns dos momentos de reflexão e discussão em torno deste estudo e pelos preciosos contributos que as suas sugestões e críticas representaram. Destaco ainda a sua colaboração na validação dos resultados da análise dos textos pedagógicos e na construção do questionário destinado aos professores, que muito agradeço.

Às minhas colegas Sílvia Ferreira e Leonor Saraiva, o meu agradecimento pelos momentos de reflexão e de discussão, pelo apoio, pelo incentivo e pela amizade. Agradeço ainda à Sílvia Ferreira a sua colaboração na pilotagem do questionário e os seus preciosos conselhos em diversos momentos deste trabalho. Às outras professoras que colaboraram na pilotagem do questionário também dedico umas palavras especiais de agradecimento, destacando a Paula Serra, minha colega do curso de doutoramento e de trabalho, pelo seu apoio e solidariedade.

Agradeço ainda à Direção-Geral da Educação que autorizou a realização do questionário aos professores em meio escolar e disponibilizou os dados necessários relativamente aos manuais escolares adotados pelas escolas. Também agradeço ao Instituto de Educação e à sua unidade de investigação (Unidade de Investigação e Desenvolvimento em Educação e Formação) o apoio concedido.

Dedico ainda um especial agradecimento aos meus pais que, à semelhança do que sempre fizeram em todas as jornadas importantes da minha vida, me incentivaram e apoiaram incondicionalmente neste longo percurso.

As últimas palavras são dedicadas aos meus filhos, Pedro e Inês, por uma infinidade de razões, mas, acima de tudo, porque existem, porque são especiais e porque sempre me inspiraram.



## RESUMO

O estudo centrou-se na construção da ciência no contexto de ensino-aprendizagem das ciências, no ensino secundário. Teve como finalidade principal compreender, no que se refere à construção da ciência, em que medida a mensagem transmitida pelo discurso pedagógico veiculado pelo programa e por manuais escolares de Biologia e Geologia do 10º ano, bem como as concepções dos professores, poderão influenciar a sua inclusão no ensino das ciências. A análise da construção da ciência - no programa, nos manuais e nas concepções dos professores - focou-se na natureza e conceptualização dos conhecimentos e capacidades metacientíficos, nas relações entre conhecimentos científicos e metacientíficos e na explicitação do texto metacientífico.

O estudo baseou-se em teorias dos campos da epistemologia e da sociologia. Em termos sociológicos, fundamenta-se essencialmente na teoria do discurso pedagógico de Bernstein, que forneceu os principais conceitos utilizados na análise das relações sociológicas expressas através dos textos curriculares e das concepções dos professores. Em termos epistemológicos, tem subjacente, entre outras teorias, a conceptualização da ciência de Ziman, cujos conceitos constituíram a base para a categorização dos conhecimentos e capacidades com referência a cada uma das dimensões metacientíficas propostas por este autor.

Utilizou-se uma metodologia mista, tendo as análises realizadas sido baseadas numa constante dialética entre as proposições teóricas e os dados empíricos.

As análises mostraram que, tanto no programa como nos manuais, a mensagem relativa à metaciência privilegia a metodologia da ciência (dimensão filosófica) e, seguidamente, a sua sociologia externa, atribuindo pouca importância a outros aspetos importantes da construção da ciência. Quanto ao grau de conceptualização dos conhecimentos e das capacidades metacientíficos, as análises desses textos revelaram a presença de maior complexidade ao nível das capacidades, estando os conhecimentos quase todos confinados a conceitos simples. Verificou-se uma intradisciplinaridade considerável entre conhecimentos científicos e metacientíficos mas, no seu todo, o texto metacientífico a ser apreendido é pouco explícito. Nesses textos, a construção da ciência é mais valorizada ao nível da componente de Geologia, sobretudo nos manuais. O estudo revelou, ainda, a presença de recontextualizações entre os discursos pedagógicos do programa e dos manuais, bem como no seu interior, que se traduziram em descontinuidades ao nível desses textos passíveis de afetar a sua interpretação por parte dos professores. A maioria dos professores participantes mostrou valorizar a construção da ciência na educação científica e reconhecer os significados específicos desse contexto, tendo manifestado mais dificuldades na identificação dos significados necessários à sua implementação. No entanto, quando esses professores foram confrontados com o programa de Biologia e Geologia, estes resultados relativos ao reconhecimento do contexto da construção da ciência e à sua implementação baixaram consideravelmente. Tal facto permite inferir a existência de problemas ao nível da interpretação do programa que, aliados à forma como a metaciência está contemplada nos manuais, poderão causar dificuldades na sua implementação em sala de aula.

O estudo permitiu levantar questões relacionadas com a importância de melhorar a mensagem relativa à construção da ciência que consta dos programas curriculares e dos manuais escolares, nomeadamente no que se refere às suas conceptualização, explicitação e coerências interna e externa. Aponta igualmente para a importância de promover a formação dos professores (inicial e contínua) relativamente ao ensino da construção da ciência.

**Palavras-chave:** construção da ciência; currículos; manuais escolares; processos de recontextualização; concepções dos professores.





## ABSTRACT

The study was centred on science construction in the context of science teaching and learning of high school education. Its main purpose was to understand the message transmitted by the pedagogical discourse of both syllabus and textbooks of the discipline of Biology and Geology, the extent to which this message was recontextualized throughout the pedagogical device and also the conceptions of teachers. The study analyses how this may influence the presence and characteristics of science construction in science teaching. The analysis of the construction of science across the syllabus, textbooks and teachers' conceptions was focused on the nature and complexity of metascientific contents (knowledge and skills), on the intradisciplinarity between scientific and metascientific knowledge and on the explicitness of metascientific text.

The study is epistemologically and sociologically grounded. In sociological terms it is essentially based on Bernstein's theory of pedagogical discourse which provided the main concepts used in the analysis of texts, teachers' conceptions and their interrelationships. In epistemological terms it is based on several theories namely Ziman's conceptualization of science, whose concepts provided the basis for the description of science construction present in the syllabus, textbooks and teachers' conceptions.

A mixed methodology was followed. The analyses were based on a constant dialectics between the theoretical propositions and the empirical data.

The results show that the metascientific message of both syllabus and textbooks privileges the methodology of science (philosophical dimension) followed by its external sociology, giving little importance to other important aspects of science construction. The level of complexity of this message is higher in the case of skills than in the case of knowledge which is mostly restricted to simple concepts. The message contains a considerable degree of intradisciplinarity between scientific and metascientific knowledge. On the whole the message is not made very explicit. Science construction is more valued at the level of the subject of Geology, particularly in textbooks. The study also showed the presence of recontextualizing processes between the pedagogical discourses of syllabus and textbooks, as well as within them, which resulted in discontinuities between and within these texts. This may influence their interpretation by teachers. Most of the participating teachers valued science construction in science education and were able to recognize the specific meanings of such a context. However they showed difficulties in identifying the appropriate meanings for its implementation. These results decreased considerably when this group of teachers was confronted with the actual Biology and Geology syllabus which leads to infer the existence of problems in its interpretation. These problems, together with the way in which metascience is approached in textbooks, may cause difficulties in its implementation in the classroom.

The study raised questions related to the importance of improving the message regarding science construction that appears in curricula and textbooks, especially with regard to its complexity, explicitness and its internal and external coherence. It also points out to the importance of promoting teachers' initial and in-service education with regard to the teaching of science construction.

**Keywords:** science construction; curricula; textbooks; recontextualizing processes; teachers' conceptions.



# ÍNDICE

|  |           |
|--|-----------|
| AGRADECIMENTOS .....   | ix        |
| RESUMO .....   | xi        |
| ABSTRACT .....   | xiii      |
| ÍNDICE .....   | xv        |
| ÍNDICE DE FIGURAS .....  | xxi       |
| ÍNDICE DE TABELAS .....  | xxv       |
| LISTA DE ABREVIATURAS.....   | xxvii     |
| <b>CAPÍTULO 1. INTRODUÇÃO .....</b>                                    | <b>1</b>  |
| 1. Considerações prévias .....   | 3         |
| 2. Contexto global da investigação .....                               | 8         |
| 3. Problema e questões de investigação .....                           | 16        |
| 4. Organização da tese .....   | 19        |
| <b>CAPÍTULO 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>                         | <b>21</b> |
| 1. Introdução .....  | 23        |
| 2. A ciência.....  | 24        |
| 2.1. Conceito de ciência.....  | 24        |
| 2.2. Evolução da ciência .....   | 26        |
| 2.3. Figuras marcantes da história da ciência .....                    | 30        |
| 2.3.1. Galileu .....   | 30        |
| 2.3.2. Francis Bacon.....  | 32        |
| 2.3.3. Descartes .....   | 33        |
| 2.3.4. Isaac Newton.....   | 34        |
| 2.3.5. Auguste Comte.....  | 35        |
| 2.3.6. Gaston Bachelard .....  | 36        |
| 2.3.7. Karl Popper .....   | 39        |
| 2.3.8. Thomas Khun.....  | 41        |
| 2.3.9. Imre Lakatos.....   | 43        |
| 2.3.10. Ziman e a sua conceptualização de ciência.....                 | 44        |
| 3. A construção da ciência.....  | 49        |
| 3.1. Conceito de construção da ciência.....                            | 49        |
| 3.2. Importância da construção da ciência na educação científica ..... | 53        |

|   |            |
|---|------------|
| 3.3. A construção da ciência no currículo.....  | 60         |
| 3.4. A construção da ciência nos manuais escolares.....   | 66         |
| 3.5. A construção da ciência e as conceções dos professores.....  | 70         |
| 4. A teoria de Bernstein.....   | 76         |
| 4.1. Modelo do discurso pedagógico.....   | 77         |
| 4.2. Orientação específica de codificação.....  | 88         |
| 4.3. Estruturas do conhecimento.....  | 91         |
| 4.4. A investigação desenvolvida pelo grupo ESSA, no âmbito da teoria de Bernstein.....                         | 95         |
| 5. Currículo, manuais escolares e conceções dos professores.....  | 99         |
| 5.1. Modelo do discurso pedagógico.....   | 100        |
| 5.1.1. Contexto em que surgiu o programa de Biologia e Geologia do 10º ano.....                                 | 104        |
| 5.2. Manuais escolares.....   | 106        |
| 5.2.1. Conceito de manual escolar.....  | 106        |
| 5.2.2. História dos manuais escolares em Portugal.....  | 107        |
| 5.2.3. Papel dos manuais escolares no contexto educativo.....   | 110        |
| 5.3. Conceções, crenças e conhecimento dos professores.....   | 115        |
| 5.3.1. Ideologias.....  | 117        |
| <b>CAPÍTULO 3. METODOLOGIA.....</b>   | <b>119</b> |
| 1. Introdução.....  | 121        |
| 2. Fundamentação metodológica.....  | 122        |
| 3. Critérios de validade.....   | 130        |
| 4. Análise da construção da ciência no programa e nos manuais escolares de Biologia e Geologia do 10.º ano..... | 132        |
| 4.1. O programa de Biologia e Geologia do 10.º ano.....   | 133        |
| 4.2. Os manuais escolares de Biologia e Geologia do 10.º ano.....   | 135        |
| 4.3. Unidades de análise.....   | 137        |
| 4.4. Indicadores.....   | 139        |
| 4.5. Dimensões da análise.....  | 143        |
| 4.6. Construção e aplicação dos instrumentos de análise.....  | 146        |
| 4.6.1. Aspetos gerais.....  | 146        |
| 4.6.2. Natureza dos conteúdos (conhecimentos e capacidades) metacientíficos.....                                | 147        |
| 4.6.3. Grau de complexidade dos conteúdos (conhecimentos e capacidades) metacientíficos.....                    | 150        |

|   |            |
|---|------------|
| 4.6.4. Relação entre conhecimentos científicos e conhecimentos metacientíficos .....        | 154        |
| 4.6.5. Explicitação da construção da ciência.....   | 156        |
| 4.7. Procedimentos de análise dos dados .....   | 160        |
| 5. Análise das concepções dos professores acerca da construção da ciência .....             | 164        |
| 5.1. Conceção do questionário .....   | 164        |
| 5.2. Aplicação do questionário .....  | 175        |
| <b>CAPÍTULO 4. ANÁLISE DOS RESULTADOS .....</b>   | <b>179</b> |
| 1. Introdução .....   | 181        |
| 2. A construção da ciência no programa de Biologia e Geologia do 10º ano .....              | 183        |
| 2.1. Distribuição relativa dos conhecimentos e das capacidades metacientíficos .....        | 184        |
| 2.2. Natureza dos conteúdos (conhecimentos e capacidades) metacientíficos .....             | 189        |
| 2.2.1. Natureza dos conhecimentos metacientíficos .....                                     | 190        |
| 2.2.2. Natureza das capacidades metacientíficas .....                                       | 194        |
| 2.3. Grau de complexidade dos conteúdos (conhecimentos e capacidades) metacientíficos ..... | 198        |
| 2.3.1. Grau de complexidade dos conhecimentos metacientíficos.....                          | 199        |
| 2.3.2. Grau de complexidade das capacidades metacientíficas.....                            | 204        |
| 2.4. Relação entre conhecimentos científicos e conhecimentos metacientíficos .....          | 209        |
| 2.5. Explicitação da construção da ciência .....  | 213        |
| 3. A construção da ciência em manuais escolares de Biologia e Geologia do 10º ano.....      | 220        |
| 3.1. Distribuição relativa dos conhecimentos e das capacidades metacientíficos .....        | 223        |
| 3.2. Natureza dos conteúdos (conhecimentos e capacidades) metacientíficos .....             | 228        |
| 3.2.1. Natureza dos conhecimentos metacientíficos .....                                     | 229        |
| 3.2.2. Natureza das capacidades metacientíficas .....                                       | 235        |
| 3.3. Grau de complexidade dos conteúdos (conhecimentos e capacidades) metacientíficos ..... | 239        |
| 3.3.1. Grau de complexidade dos conhecimentos metacientíficos.....                          | 241        |
| 3.3.2. Grau de complexidade das capacidades metacientíficas.....                            | 249        |
| 3.4. Relação entre conhecimentos científicos e conhecimentos metacientíficos .....          | 257        |
| 3.5. Explicitação da construção da ciência .....  | 265        |
| 4. Análise comparativa do programa e dos manuais de Biologia e Geologia do 10º ano .....    | 274        |

|   |            |
|---|------------|
| 4.1. Distribuição relativa dos conhecimentos e das capacidades metacientíficos .....          | 275        |
| 4.2. Natureza dos conteúdos (conhecimentos e capacidades) metacientíficos .....               | 278        |
| 4.2.1. Natureza dos conhecimentos metacientíficos .....                                       | 278        |
| 4.2.2. Natureza das capacidades metacientíficas .....   | 280        |
| 4.3. Grau de complexidade dos conteúdos (conhecimentos e capacidades) metacientíficos .....   | 283        |
| 4.3.1. Grau de complexidade dos conhecimentos metacientíficos.....                            | 283        |
| 4.3.2. Grau de complexidade das capacidades metacientíficas.....                              | 285        |
| 4.4. Relação entre conhecimentos científicos e conhecimentos metacientíficos .....            | 287        |
| 4.5. Explicitação da construção da ciência .....  | 288        |
| 4.6. Considerações gerais.....  | 292        |
| 5. Caracterização das concepções dos professores .....  | 294        |
| 5.1. Princípios ideológicos.....  | 295        |
| 5.2. Princípios pedagógicos .....   | 297        |
| 5.2.1. Natureza dos conteúdos (conhecimentos e capacidades) metacientíficos .....             | 297        |
| 5.2.2. Relação entre conhecimentos científicos e conhecimentos metacientíficos .....          | 302        |
| 5.3. Interpretação do programa .....  | 305        |
| <b>CAPÍTULO 5. CONCLUSÕES .....</b>   | <b>313</b> |
| 1. Principais conclusões do estudo .....  | 315        |
| 1.1. A construção da ciência no programa de Biologia e Geologia do 10º ano.....               | 317        |
| 1.1.1. Distribuição relativa dos conhecimentos e das capacidades metacientíficos .....        | 318        |
| 1.1.2. Natureza dos conteúdos (conhecimentos e capacidades) metacientíficos .....             | 320        |
| 1.1.3. Grau de complexidade dos conteúdos (conhecimentos e capacidades) metacientíficos ..... | 321        |
| 1.1.4. Relação entre conhecimentos científicos e conhecimentos metacientíficos .....          | 323        |
| 1.1.5. Explicitação da construção da ciência.....   | 324        |
| 1.2. A construção da ciência em manuais escolares de Biologia e Geologia do 10º ano .....     | 327        |
| 1.2.1. Distribuição relativa dos conhecimentos e das capacidades metacientíficos .....        | 327        |
| 1.2.2. Natureza dos conteúdos (conhecimentos e capacidades) metacientíficos .....             | 328        |

|  |            |
|--|------------|
| 1.2.3. Grau de complexidade dos conteúdos (conhecimentos e capacidades) metacientíficos .....          | 330        |
| 1.2.4. Relação entre conhecimentos científicos e conhecimentos metacientíficos .....                   | 332        |
| 1.2.5. Explicitação da construção da ciência.....  | 332        |
| 1.3. Processos de recontextualização .....   | 334        |
| 1.3.1. Recontextualização do discurso pedagógico ao nível dos manuais escolares.....                   | 334        |
| 1.3.2. Recontextualização interna do discurso pedagógico no programa e nos manuais escolares.....      | 336        |
| 1.3.3. Discrepâncias entre as componentes de Biologia e de Geologia no programa e nos manuais .....    | 337        |
| 1.4. A construção da ciência e as concepções dos professores .....                                     | 339        |
| 1.4.1. Princípios ideológicos .....  | 340        |
| 1.4.2. Princípios pedagógicos.....   | 340        |
| 1.4.3. Interpretação do programa .....   | 344        |
| 1.5. Síntese .....   | 346        |
| 2. Contributos do estudo .....   | 348        |
| 3. Limitações do estudo e sugestões para futuras investigações .....                                   | 352        |
| <b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>  | <b>355</b> |
| <b>APÊNDICES .....</b>   | <b>375</b> |
| Apêndice 1: Instrumentos de análise do programa e dos manuais escolares .....                          | 377        |
| 1.1. Instrumento referencial dos conhecimentos metacientíficos .....                                   | 379        |
| 1.2. Instrumento referencial das capacidades metacientíficas .....                                     | 385        |
| 1.3. Caracterização de <i>o que</i> – grau de conceptualização dos conhecimentos metacientíficos ..... | 390        |
| 1.4. Caracterização de <i>o como</i> – grau de conceptualização das capacidades metacientíficas .....  | 393        |
| 1.5. Relação entre conhecimentos metacientíficos e conhecimentos científicos.....                      | 396        |
| 1.6. Regra discursiva ‘critérios de avaliação’ – <i>o que</i> .....                                    | 399        |
| 1.7. Regra discursiva ‘critérios de avaliação’ – <i>o como</i> .....                                   | 402        |
| Apêndice 2: Tabelas gerais da análise do programa .....  | 405        |
| 2.1. Componente de Biologia – orientações gerais.....  | 407        |
| 2.2. Componente de Biologia – orientações específicas.....   | 409        |
| 2.3. Componente de Geologia – orientações gerais.....  | 412        |
| 2.4. Componente de Geologia – orientações específicas.....   | 415        |

|  |     |
|--|-----|
| 2.5. Resultados gerais da análise do programa .....  | 423 |
| Apêndice 3: Tabelas gerais da análise dos manuais escolares .....  | 427 |
| 3.1. Manual A .....  | 429 |
| 3.1. 1. Corpo do manual – componente de Biologia.....  | 429 |
| 3.1. 2. Corpo do manual – componente de Geologia.....  | 436 |
| 3.1. 3. Materiais dos professores – componente de Biologia.....  | 447 |
| 3.1. 4. Materiais dos professores – componente de Geologia.....  | 454 |
| 3.2. Manual B .....  | 463 |
| 3.2. 1. Corpo do manual – componente de Biologia.....  | 463 |
| 3.2. 2. Corpo do manual – componente de Geologia.....  | 472 |
| 3.2. 3. Materiais dos professores – componente de Biologia.....  | 480 |
| 3.2. 4. Materiais dos professores – componente de Geologia.....  | 483 |
| 3.3. Resultados gerais da análise dos manuais.....   | 487 |
| Apêndice 4: Questionário ‘As concepções dos Professores de Biologia e<br>Geologia sobre a Construção da Ciência’ .....     | 491 |
| Apêndice 5: Tabela de resultados das respostas ao questionário .....   | 503 |
| Apêndice 6: Documentos do processo de pedido de autorização para aplicação<br>do questionário.....                         | 509 |
| 6.1. Autorização “Monitorização de Inquéritos em Meio Escolar”<br>(MIME).....  | 511 |
| 6.2. Parecer da Orientadora anexo ao pedido de autorização .....   | 513 |
| 6.3. Nota metodológica anexa ao processo de pedido de autorização<br>MIME .....  | 515 |
| Apêndice 7: Mensagem enviada aos diretores das escolas.....  | 523 |
| Apêndice 8: Dados fornecidos pela Direção-Geral da Educação relativamente à<br>adoção de manuais escolares .....           | 527 |
| 8.1. Dados da DGE acerca dos dois manuais mais seleccionados em<br>2011/2012 e em 2013/2014. ....                          | 529 |
| 8.2. Dados da DGE acerca das escolas que adotaram os dois manuais<br>mais seleccionados em 2013/2014 .....                 | 533 |
| Apêndice 9: Contactos com as editoras .....  | 537 |
| 9.1. Pedidos de acesso aos materiais dos professores dos dois manuais<br>(Manual A e Manual B).....                        | 539 |
| 9.2. Parecer da Orientadora anexo aos pedidos de acesso aos materiais<br>dos professores dos manuais (Manuais A e B). .... | 545 |
| 9.3. Dados da DGE acerca das escolas que adotaram os dois manuais<br>mais seleccionados em 2013/2014 .....                 | 549 |



# ÍNDICE DE FIGURAS

## CAPÍTULO 1

|   |    |
|---|----|
| Figura 1.1. Esquema geral da investigação ..... | 18 |
|---|----|

## CAPÍTULO 2

|   |    |
|---|----|
| Figura 2.1. Modelo de construção da ciência.....  | 45 |
| Figura 2.2. As vertentes interna e externa da dimensão sociológica da ciência.....  | 47 |
| Figura 2.3. Elementos básicos da “natureza da ciência”, de acordo com McComas (2014) .....  | 52 |
| Figura 2.4. Modelo do discurso pedagógico de Bernstein .....  | 79 |
| Figura 2.5. Orientação de codificação, disposições sócio afetivas e desempenho do aluno em contextos específicos de aprendizagem..... | 90 |
| Figura 2.6. Discursos verticais e horizontais.....  | 91 |

## CAPÍTULO 3

|  |     |
|--|-----|
| Figura 3.1. Esquema da investigação do Grupo ESSA .....  | 122 |
| Figura 3.2. Posição epistemológica da investigação .....   | 125 |
| Figura 3.3. Design metodológico do estudo correspondente ao modelo completamente integrado de metodologia mista .....  | 127 |
| Figura 3.4. Indicadores utilizados ao nível do programa e dos manuais escolares (corpo dos manuais e materiais dos professores) para a análise de o que e de o como da construção da ciência. .... | 140 |
| Figura 3.5. Esquema geral da investigação centrada na construção da ciência, no programa e em dois manuais de Biologia e Geologia do 10.º ano. ....  | 143 |
| Figura 3.6. Dimensões de o que e de o como consideradas na análise de cada uma das partes do programa e dos manuais. ....  | 161 |
| Figura 3.7. Exemplo dos procedimentos metodológicos aplicados a uma unidade de análise.....  | 162 |

## CAPÍTULO 4

|  |     |
|--|-----|
| Figura 4.1. Frequência relativa das unidades de análise que contemplam conteúdos metacientíficos (CM) e das que apenas contemplam conteúdos científicos (CC), em cada uma das componentes do programa de Biologia e Geologia do 10º ano e em cada uma das partes de cada componente.....           | 185 |
| Figura 4.2. Frequência relativa das unidades de análise que contemplam conhecimentos metacientíficos (ChM) e capacidades metacientíficas (CpM), em cada uma das componentes do programa de Biologia e Geologia do 10º ano e em cada uma das partes de cada componente .....                        | 186 |
| Figura 4.3. Distribuição relativa das referências a conhecimentos metacientíficos (ChM) e a capacidades metacientíficas (CpM), em cada uma das componentes do programa de Biologia e Geologia do 10º ano.....  | 189 |
| Figura 4.4. Frequência relativa das unidades de análise que contemplam as várias dimensões da construção da ciência (Ziman, 1984) na componente metacientífica referente aos conhecimentos, em cada componente do programa (A) e nas orientações gerais e específicas de cada componente (B) ..... | 191 |

|  |     |
|--|-----|
| Figura 4.5. Frequência relativa das unidades de análise que contemplam as várias dimensões da construção da ciência (Ziman, 1984) na componente metacientífica referente às capacidades, em cada componente do programa (A) e nas orientações gerais e específicas de cada componente                            | 194 |
| Figura 4.6. Frequência relativa das referências a conhecimentos metacientíficos dos vários graus de conceptualização no programa de Biologia e Geologia do 10º ano (BG), em cada uma das componentes (B e G) e nas orientações gerais e específicas de cada componente   | 200 |
| Figura 4.7. Frequência relativa das referências a conhecimentos metacientíficos dos vários graus de conceptualização relativamente a cada dimensão da construção da ciência, em cada uma das partes do programa de Biologia e Geologia do 10º ano  | 202 |
| Figura 4.8. Frequência relativa das referências a capacidades metacientíficas dos vários graus de conceptualização no programa de Biologia e Geologia do 10º ano (BG), em cada uma das componentes (B e G) e nas orientações gerais e específicas de cada componente   | 204 |
| Figura 4.9. Frequência relativa das referências a capacidades metacientíficas dos vários graus de conceptualização relativamente a cada dimensão da construção da ciência em cada uma das partes do programa de Biologia e Geologia do 10º ano   | 207 |
| Figura 4.10. Frequência relativa das unidades de análise relativas aos vários graus de relação entre conhecimentos científicos e metacientíficos, na globalidade do programa, em cada uma das suas componentes e nas orientações gerais e orientações específicas de cada componente                             | 210 |
| Figura 4.11. Frequência relativa das unidades de análise correspondentes aos vários graus de explicitação de o que da construção da ciência, na globalidade do programa, em cada uma das suas componentes e nas orientações gerais e orientações específicas de cada componente                                  | 214 |
| Figura 4.12. Frequência relativa das unidades de análise correspondentes aos vários graus de explicitação das relações entre conhecimentos científicos e metacientíficos, na globalidade do programa, em cada uma das suas componentes e nas orientações gerais e orientações específicas de cada componente     | 217 |
| Figura 4.13. Frequência relativa das unidades de análise que contemplam conteúdos metacientíficos (conhecimentos e capacidades) no corpo e nos materiais dos professores de cada manual, nas componentes de Biologia (B) e Geologia (G)  | 224 |
| Figura 4.14. Frequência relativa das unidades de análise que contemplam conhecimentos e capacidades metacientíficos, no corpo e nos materiais dos professores de cada manual, nas componentes de Biologia (B) e Geologia (G)   | 225 |
| Figura 4.15. Frequência relativa das unidades de análise que contemplam as várias dimensões da construção da ciência (Ziman, 1984) na componente metacientífica referente aos conhecimentos, no corpo e nos materiais dos professores de cada manual, nas componentes de Biologia (B) e Geologia (G)             | 230 |
| Figura 4.16. Frequência relativa das unidades de análise que contemplam as várias dimensões da construção da ciência (Ziman, 1984) na componente metacientífica referente às capacidades metacientíficas no corpo e nos materiais dos professores de cada manual, nas componentes de Biologia (B) e Geologia (G) | 236 |

|  |     |
|--|-----|
| Figura 4.17. Frequência relativa dos graus de conceptualização dos conhecimentos metacientíficos no corpo e nos materiais dos professores de cada manual, nas componentes de Biologia (B) e Geologia (G).....  | 242 |
| Figura 4.18. Frequência relativa dos graus de conceptualização dos conhecimentos metacientíficos com referência a cada dimensão da construção da ciência, no corpo de cada manual, nas componentes de Biologia (B) e Geologia (G).....   | 246 |
| Figura 4.19. Frequência relativa dos graus de conceptualização dos conhecimentos metacientíficos com referência a cada dimensão da construção da ciência, nos materiais dos professores de cada manual, nas componentes de Biologia (B) e Geologia (G).....                    | 247 |
| Figura 4.20. Frequência relativa dos graus de conceptualização das capacidades metacientíficas no corpo e nos materiais dos professores de cada manual, nas componentes de Biologia (B) e Geologia (G).....  | 251 |
| Figura 4.21. Frequência relativa das referências a capacidades metacientíficas dos vários graus de conceptualização com referência a cada dimensão da construção da ciência, no corpo de cada manual, nas componentes de Biologia (B) e Geologia (G).....                      | 254 |
| Figura 4.22. Frequência relativa das referências a capacidades metacientíficas dos vários graus de conceptualização com referência a cada dimensão da construção da ciência, nos materiais dos professores de cada manual, nas componentes de Biologia (B) e Geologia (G)..... | 255 |
| Figura 4.23. Frequência relativa das unidades de análise dos vários graus de relação entre conhecimentos científicos e conhecimentos metacientíficos, no corpo principal do manual e nos materiais dos professores, em cada componente de cada manual.....                     | 258 |
| Figura 4.24. Frequência relativa das unidades de análise correspondentes aos vários graus de explicitação de o que da construção da ciência, em cada uma das suas componentes (B e G) dos materiais dos professores de cada manual. ....                                       | 267 |
| Figura 4.25. Frequência relativa das unidades de análise correspondentes aos vários graus de explicitação das relações entre conhecimentos científicos e metacientíficos, em cada uma das suas componentes (B e G) dos materiais dos professores de cada manual (A e B). ....  | 270 |
| Figura 4.26. Distribuição relativa dos conteúdos científicos e dos conteúdos metacientíficos no programa, no corpo e nos materiais dos professores dos dois manuais escolares (A e B) de Biologia e Geologia do 10º ano. ....  | 276 |
| Figura 4.27. Distribuição relativa dos conhecimentos e das capacidades relativos à construção da ciência no programa, no corpo principal e nos materiais dos professores dos dois manuais escolares (A e B) de Biologia e Geologia do 10º ano.....                             | 277 |
| Figura 4.28. Distribuição das dimensões da construção da ciência ao nível dos conhecimentos presentes na componente metacientífica do programa, do corpo principal e dos materiais dos professores dos dois manuais escolares (A e B) de Biologia e Geologia do 10º ano.....   | 279 |
| Figura 4.29. Distribuição das dimensões da construção da ciência ao nível das capacidades presentes na componente metacientífica do programa, do corpo principal e dos materiais dos professores dos dois manuais escolares (A e B) de Biologia e Geologia do 10º ano.....     | 281 |
| Figura 4.30. Grau de conceptualização dos conhecimentos metacientíficos no programa, no corpo principal e nos materiais dos professores dos dois manuais escolares (A e B) de Biologia e Geologia do 10º ano. ....   | 284 |

|   |     |
|---|-----|
| Figura 4.31. Grau de conceptualização das capacidades metacientíficas no programa, no corpo principal e nos materiais dos professores dos dois manuais escolares (A e B) de Biologia e Geologia do 10º ano. ....          | 286 |
| Figura 4.32. Grau de relação entre conhecimentos científicos e metacientíficos no programa, no corpo principal e nos materiais dos professores dos dois manuais escolares (A e B) de Biologia e Geologia do 10º ano. .... | 287 |
| Figura 4.33. Grau de explicitação dos conteúdos metacientíficos no programa e nos materiais dos professores dos dois manuais escolares (A e B) de Biologia e Geologia do 10º ano. ....                                    | 289 |
| Figura 4.34. Grau de explicitação da relação entre conhecimentos científicos e metacientíficos no programa e nos materiais dos professores dos dois manuais escolares (A e B) de Biologia e Geologia do 10º ano. ....     | 291 |
| Figura 4.35. Importância atribuída pelos professores à inclusão da construção da ciência no ensino das ciências. ....   | 296 |
| Figura 4.36. Regras de reconhecimento relativamente aos conhecimentos metacientíficos e a cada dimensão da construção da ciência ao nível dos conhecimentos. ....   | 298 |
| Figura 4.37. Regras de reconhecimento relativamente às capacidades metacientíficas e a cada dimensão da construção da ciência ao nível das capacidades. ....  | 300 |
| Figura 4.38. Regras de realização passiva relativamente aos conhecimentos e às capacidades metacientíficos. ....  | 302 |
| Figura 4.39. Regras de realização passiva relativamente aos conhecimentos e às capacidades metacientíficos. ....  | 303 |
| Figura 4.40. Regras de realização passiva relativamente às relações intradisciplinares, entre conhecimentos científicos e metacientíficos. ....   | 304 |
| Figura 4.41. Regras de reconhecimento e de realização passiva relativamente aos conhecimentos e às capacidades metacientíficos, no contexto do programa .....307  | 307 |
| Figura 4.42. Regras de reconhecimento e de realização passiva relativamente às relações entre conhecimentos científicos e metacientíficos, no contexto do programa. ....  | 309 |

# ÍNDICE DE TABELAS

## CAPÍTULO 3

|  |     |
|--|-----|
| Tabela 3.1. Partes do programa de Biologia e Geologia do 10.º ano consideradas no estudo .....   | 134 |
| Tabela 3.2. Exemplos de unidades de análise retiradas do programa e dos dois manuais de Biologia e Geologia do 10.º ano contendo conhecimentos e/ou capacidades .....  | 138 |
| Tabela 3.3. Exemplo de uma unidade de análise retirada do corpo principal do manual A, constituída por três subunidades de análise.....  | 139 |
| Tabela 3.4. Exemplos de unidades de análise retiradas do programa e dos dois manuais, relativas a cada indicador.....  | 142 |
| Tabela 3.5. Excerto do instrumento referencial dos conhecimentos metacientíficos relativos à dimensão filosófica da ciência.....   | 148 |
| Tabela 3.6. Excerto do instrumento referencial das capacidades metacientíficas relativas à dimensão histórica da ciência .....   | 149 |
| Tabela 3.7. Excerto do instrumento de avaliação do grau de conceptualização dos conhecimentos metacientíficos relativos à dimensão filosófica da ciência, ao nível do indicador Temas/conteúdos .....  | 151 |
| Tabela 3.8. Exemplos de unidades de análise correspondentes aos vários graus de conceptualização dos conhecimentos metacientíficos, retiradas do programa e dos dois manuais de Biologia e Geologia do 10.º ano .....                            | 152 |
| Tabela 3.9. Excerto do instrumento de avaliação do grau de conceptualização das capacidades metacientíficas relativas à dimensão filosófica da ciência, ao nível do indicador Temas/conteúdos.....   | 153 |
| Tabela 3.10. Exemplos de unidades de análise que contemplam vários graus de conceptualização das capacidades metacientíficas, retiradas do programa e dos dois manuais de Biologia e Geologia do 10.º ano .....                                  | 153 |
| Tabela 3.11. Excerto do instrumento de avaliação do grau de relação entre conhecimentos científicos e conhecimentos metacientíficos (Classificação), com referência ao indicador Temas/conteúdos .....   | 155 |
| Tabela 3.12. Exemplos de unidades de análise que contemplam vários graus de relação entre conhecimentos científicos e metacientíficos (graus de classificação), retiradas do programa e dos dois manuais de Biologia e Geologia do 10.º ano..... | 155 |
| Tabela 3.13. Excerto do instrumento de avaliação do grau de explicitação de o que relativo à dimensão filosófica da ciência, com referência ao indicador Temas/conteúdos, expresso através de graus de enquadramento.....                        | 158 |
| Tabela 3.14. Exemplos de unidades de análise que contemplam vários graus de explicitação dos conteúdos metacientíficos (graus de enquadramento), retiradas do programa e dos dois manuais de Biologia e Geologia do 10.º ano.....                | 158 |
| Tabela 3.15. Excerto do instrumento de avaliação do grau de explicitação de o como relativo à dimensão filosófica da ciência, com referência ao indicador Temas/conteúdos, expresso através de graus de enquadramento.....                       | 159 |

|  |     |
|--|-----|
| Tabela 3.16. Exemplos de unidades de análise que contemplam vários graus de explicitação das relações entre conhecimentos científicos e metacientíficos (graus de enquadramento), retiradas do programa e dos dois manuais de Biologia e Geologia do 10.º ano..... | 160 |
| Tabela 3.17. Critérios de análise das respostas à questão 1.1 do Grupo I.....  | 166 |
| Tabela 3.18. Critérios de análise das respostas à questão 1.2 do Grupo I.....  | 166 |
| Tabela 3.19. Critérios de análise das respostas à questão 1.3 do Grupo I.....  | 167 |
| Tabela 3.20. Opções de resposta à questão 1.5 do Grupo I.....  | 168 |
| Tabela 3.21. Critérios de análise das respostas à questão 2.1 do Grupo I.....  | 169 |
| Tabela 3.22. Critérios de análise das respostas à questão 2.2 do Grupo I.....  | 170 |
| Tabela 3.23. Opções de resposta à questão 1 do Grupo II .....  | 172 |
| Tabela 3.24. Critérios de análise das respostas à questão 1 do Grupo II .....  | 172 |
| Tabela 3.25. Opções de resposta à questão 2 do Grupo II .....  | 173 |
| Tabela 3.26. Critérios de análise das respostas à questão 2 do Grupo II .....  | 174 |
| Tabela 3.27. Estimativa do universo do estudo.....   | 176 |

# LISTA DE ABREVIATURAS

|                       |   |
|-----------------------|---|
| <b>B</b>              | Componente de Biologia do programa e dos manuais              |
| <b>BG</b>             | Programa de Biologia e Geologia                               |
| <b>B-OrE</b>          | Orientações específicas da componente de Biologia do programa |
| <b>B-OrG</b>          | Orientações gerais da componente de Biologia do programa      |
| <b>C</b>              | Classificação   |
| <b>C<sup>-</sup></b>  | Classificação fraca   |
| <b>C<sup>--</sup></b> | Classificação muito fraca                                     |
| <b>C<sup>+</sup></b>  | Classificação forte   |
| <b>C<sup>++</sup></b> | Classificação muito forte                                     |
| <b>CC</b>             | Conteúdos científicos   |
| <b>ChM</b>            | Conhecimentos metacientíficos                                 |
| <b>CM</b>             | Conteúdos metacientíficos                                     |
| <b>CpM</b>            | Capacidades metacientíficas                                   |
| <b>DF</b>             | Dimensão filosófica da ciência                                |
| <b>DH</b>             | Dimensão histórica da ciência                                 |
| <b>DI</b>             | Discurso instrucional   |
| <b>DP</b>             | Dimensão psicológica da ciência                               |
| <b>DPO</b>            | Discurso pedagógico oficial                                   |
| <b>DPR</b>            | Discurso pedagógico de reprodução                             |
| <b>DR</b>             | Discurso regulador  |
| <b>DRG</b>            | Discurso regulador geral                                      |
| <b>DSE</b>            | Dimensão sociológica externa da ciência                       |
| <b>DSI</b>            | Dimensão sociológica interna da ciência                       |
| <b>E</b>              | Enquadramento   |
| <b>E<sup>-</sup></b>  | Enquadramento fraco   |
| <b>E<sup>--</sup></b> | Enquadramento muito fraco                                     |
| <b>E<sup>+</sup></b>  | Enquadramento forte   |
| <b>E<sup>++</sup></b> | Enquadramento muito forte                                     |
| <b>G</b>              | Componente de Geologia do programa e dos manuais              |
| <b>G-OrE</b>          | Orientações específicas da componente de Geologia do programa |
| <b>G-OrG</b>          | Orientações gerais da componente de Geologia do programa      |
| <b>MA</b>             | Manual A  |

|              |                              |
|--------------|------------------------------|
| <b>MB</b>    | Manual B                     |
| <b>RR</b>    | Regras de reconhecimento     |
| <b>RRP</b>   | Regras de realização passiva |
| <b>SubUA</b> | Subunidade de análise        |
| <b>UA</b>    | Unidade de análise           |



# **CAPÍTULO 1**

## **INTRODUÇÃO**



# **CAPÍTULO 1**

## **INTRODUÇÃO**

The health of scientific enterprise depends upon people having a much more accurate picture of science and technology than they get from the existing curriculum.

Ziman (1980, p.50)

### **1. CONSIDERAÇÕES PRÉVIAS**

A ciência é um empreendimento humano que visa descrever, compreender e explicar o mundo natural - incluindo a sociedade humana, assumindo-se como uma instituição produtora de conhecimento, com uma enorme capacidade de transformar a sociedade (Ziman, 2000).

Nas últimas décadas o rápido avanço científico e tecnológico gerou profundas e rápidas transformações que afetam todos os sectores da atividade humana. Novas realidades sociais, culturais e económicas, marcadas pela incerteza e pela mudança rápida, exigem capacidade de adaptação e flexibilidade. Novo conhecimento relativo a temas como a manipulação do genoma humano, os resíduos radioativos, os alimentos transgénicos ou as alterações climáticas, entre outros, encerram problemáticas indutoras de importantes questões éticas, sociais e ambientais. Importa identificá-las e prevê-las, definir o que incentivar e o que restringir e estabelecer prioridades sociais, nomeadamente as que se prendem com a segurança dos seres humanos. Existe assim uma necessidade crescente de sensibilização, bem como de reflexão cuidadosa e esclarecida que, numa perspetiva democrática, deve envolver todos os cidadãos. A reflexão sobre este desenvolvimento da ciência deu lugar a múltiplas perspetivas filosóficas que procuram descrever e explicar o crescimento do conhecimento científico (Duschl & Grandy, 2013). A ciência tem assim vindo a evoluir mediante a inter-relação de aspetos filosóficos, sociológicos e psicológicos, que condicionam a sua construção em cada época ou contexto (Ziman, 1984).

Peritos em educação científica e professores de ciências defendem que a educação não pode ficar à margem desta dinâmica do processo de construção da ciência. Torna-se assim fundamental que na educação científica seja contemplada, para além dos conteúdos científicos, uma vertente relativa à natureza da ciência, que deve incluir os diversos fatores que influenciam a forma com a ciência é construída, sejam eles de ordem metodológica, histórica, psicológica ou sociológica.

McComas, Clough e Almazroa (1998), reconhecendo que a natureza da ciência descreve como a ciência funciona, através de múltiplas lentes, defendem que, para os especialistas em educação científica,

a frase ‘natureza da ciência’ é usada para descrever a intersecção de assuntos relacionados com a filosofia, história, sociologia, e psicologia da ciência no modo como se aplicam e potencialmente influenciam o ensino e aprendizagem da ciência. Como tal, a natureza da ciência é um domínio fundamental para guiar os educadores na representação cuidada da ciência aos alunos”. (p.5)

Tal como Allchin (2014) refere, a terminologia varia, já que, em vez de “natureza da ciência” (mais usada nas culturas anglo-saxónicas), também são utilizadas expressões como “construção da ciência”, “metaciência”, “práticas científicas” ou “ideias sobre ciência”, entre outras.

A natureza da ciência é ainda considerada como uma parte integrante da literacia científica (Matthews, 2004), pelo que ser cientificamente literato implica compreender o que é a ciência, como funciona, as suas limitações, a distinção entre ciência e tecnologia e o modo como se relacionam e como a ciência influencia e é influenciada pela sociedade (Clough, Olson & Niederhauser, 2013).

Já há cerca de 100 anos que a compreensão do processo de construção da ciência tem vindo a constituir uma preocupação por parte de cientistas, filósofos da ciência e investigadores na área da educação (Lederman, 2007)<sup>1</sup>. Por exemplo, Conant (1951), preocupado com a falta de informação do público em geral sobre ciência e sua consequente perplexidade face aos desenvolvimentos científicos, defendeu que o fundamental não é divulgar informação científica aos “não cientistas”, mas sim promover a sua compreensão acerca das táticas e estratégias da ciência. Estas questões

---

<sup>1</sup> Nesta afirmação, Lederman (2007) toma como referência uma menção à importância de ajudar os alunos a desenvolver visões adequadas acerca da natureza da ciência feita pela *Central Association of Science and Mathematics Teachers*, em 1907. Esta associação, fundada em Chicago em 1901, com o nome de *Central Association of Physics Teachers*, mudou o seu nome para *School Science and Mathematics Association* em 1970, o qual mantém até ao momento presente.

relativas à construção da ciência, ou seja, à sua natureza, assumiram um enfoque especial nos anos 60, na sequência do desenvolvimento científico desencadeado pelos programas espaciais e das preocupações com a educação científica dos jovens que este implicou. Nessa época, criou-se um movimento que pretendeu que o enfoque das aprendizagens se deslocasse dos conhecimentos para os processos e métodos científicos. Procurava-se que os alunos aprendessem a fazer ciência, entrando na pele dos cientistas e copiando, com grande precisão e rigor, os seus métodos e processos de trabalho. A ideia era que, para fazer ciência, bastava aprender a cumprir os procedimentos próprios dos cientistas e que estes correspondiam a fórmulas únicas e universais. Este modelo, desenvolvido principalmente nos EUA, revelou-se um fracasso total, o que levou a uma reconceptualização do ensino das ciências, levada a cabo por muitos investigadores no domínio das ciências da educação (Bybee, 1997; DeBoer, 1997). Essas novas perspetivas do ensino das ciências preconizavam que este se deve centrar nos conhecimentos e nos processos e métodos científicos, não devendo a sala de aula ser um espaço onde se faz ciência, mas sim um espaço onde os alunos compreendem como se faz ciência. Comparativamente com essa época, está-se, atualmente, perante um conhecimento mais vasto e aprofundado sobre como e em que condições a aprendizagem ocorre (Duschl & Grandy, 2013; NRC 2007, 1999; Sawyer 2006). Os avanços nas ciências da educação e na psicologia cognitiva, bem como uma melhor compreensão das dinâmicas próprias do processo de construção da ciência, levaram ao reconhecimento e procura da coordenação de uma tríade de práticas – cognitivas, epistémicas e sociais – no ensino das ciências (Duschl & Grandy, 2013; NRC, 2007; Sawyer 2006).

Assim, no quadro atual do desenvolvimento da ciência e da tecnologia, impõe-se que a educação científica assuma diversas dimensões. Para além de aprendizagens relativas a conceitos, princípios e teorias científicos, a educação científica deve promover o desenvolvimento, por parte dos alunos, de atitudes face à ciência, de competências práticas e de raciocínio, bem como de competências que lhes permitam intervir, numa perspetiva democrática, em sociedades marcadas pela evolução científica e tecnológica.

O que deve ser ensinado aos alunos acerca da natureza da ciência e o desenvolvimento de ideias apropriadas acerca da mesma são decisões cruciais que continuam em cima da mesa no âmbito da comunidade da educação científica (Clough

& Olson, 2008). Os investigadores reconhecem que os assuntos relativos à natureza da ciência não estão estabilizados (e.g., Abd-El-Khalick, Bell & Lederman, 1998; Clough 2006; Clough & Olson, 2008; Matthews 1994; McComas et al., 1998), mas “existe um forte consenso relativamente às características do empreendimento científico que devem ser compreendidas por um cidadão educado” (National Research Council, 2012, p.78). Com efeito, a literatura educacional corrente apresenta um grau de acordo razoável relativamente a alguns conceitos importantes da natureza da ciência que deveriam constituir um desiderato para uma sociedade cientificamente literata. Baseados na análise dessa literatura, autores como Lederman (1992), McComas e Olson (1998), Lederman, Abd-el-Khalick, Bell e Schwartz (2002) e Abd-El-Khalick et al. (1998) apresentaram os aspetos que consideravam essenciais para ensinar a metaciência em vários níveis de escolaridade. Recentemente, McComas (2014), com base nas orientações mais recentes do NRC (2012), apresentou os elementos básicos da “natureza da ciência” que são frequentemente recomendados no ensino das ciências (K-12<sup>2</sup>). Estes organizam-se em três áreas distintas: o “Conhecimento científico em si mesmo”, as “Ferramentas e produtos da ciência” e os “Elementos ‘humanos’ da ciência”. Tal como a própria ciência, as concepções sobre a sua natureza têm um carácter provisório e dinâmico, o que implica que vão sendo sempre reformuladas à medida que a ciência e o pensamento sistemático sobre a sua natureza e trabalhos evoluem (Abd-El-Khalick, 2012).

Numerosos esforços têm vindo a ser desenvolvidos a nível internacional no sentido de promover a inclusão da natureza da ciência no ensino das ciências, não só por parte dos decisores políticos, como também da comunidade científica na área da educação. Importantes documentos-chave relativos ao ensino das ciências, tais como as declarações de posição da *National Science Teachers Association* (NSTA), *Science for All Americans* (Rutherford & Ahlgren, 1989), *Benchmarks for Science Literacy* (AAAS, 1993) e os *Next Generation Science Standards* (2013), contemplam o ensino da natureza da ciência como um dos principais objetivos da educação científica. Para além disso, tem vindo a ser desenvolvido um corpo considerável de investigação centrada no ensino e na aprendizagem da natureza da ciência (e.g., Akerson, Buzzelli & Donnelly, 2010; Duschl, 1990; Duschl & Grandy, 2008; Flick & Lederman, 2004; Lederman & Lederman, 2004; McDonald, 2010; McComas, 1998; Osborne, Simon & Collins, 2003).

---

<sup>2</sup> Designação que engloba todos os níveis de escolaridade, desde a educação pré-escolar (faixa etária dos quatro aos seis anos) ao último ano do ensino secundário (12.º).

Especialistas em educação científica de todo o mundo estão assim de acordo sobre a importância do desenvolvimento e implementação de currículos de ciências que promovam a compreensão do processo de construção da ciência (e.g., Martins, 2014; McComas & Olson, 1998; Taber, 2008).

Consequentemente, diversos currículos de ciências, em todo o mundo, aumentaram a sua ênfase na natureza da ciência (BouJaoude, 2002). Em Portugal, as orientações curriculares relativas às disciplinas de ciências do 3.º ciclo do ensino básico (DEB, 2002), implementadas no ano letivo de 2001/2002, contemplam a abordagem da natureza da ciência e apelam “à compreensão da Ciência, não apenas enquanto corpo de saberes, mas também enquanto instituição social” (p.6). Ao nível do ensino secundário, no âmbito da revisão curricular prevista no Decreto-Lei n.º 7/2001, foram elaborados programas da área das ciências, tais como o programa de Biologia e Geologia, objeto desta investigação. Estes tinham subjacentes orientações do então Departamento do Ensino Secundário (DES) no sentido de contemplarem uma forma de ensinar e aprender ciência que refletisse o processo de construção da própria ciência (Veríssimo, Pedrosa & Ribeiro, 2000).

Há no entanto que ter em consideração que, para o sucesso da inclusão da construção da ciência no ensino das ciências, não é suficiente contemplá-la no discurso pedagógico ao nível dos currículos e documentos de política educativa. Há que assegurar a sua transposição para o discurso pedagógico que consta dos manuais escolares. Para os professores, os manuais escolares representam frequentemente o currículo e determinam, muito mais do que desejam os especialistas em educação científica, o que é aprendido e o que é ensinado nas aulas de ciências (Chiappetta, Ganesh, Lee & Phillips, 2006; Millar, 2011; Rieff, Harwood & Phillipson, 2002; Shiland, 1997). São considerados como o último reduto do conhecimento e representam a grande parte do conhecimento instrucional de que os professores se socorrem (Chiappetta, Sethna & Fillman, 1993). Constituem, assim, um valioso apoio para a planificação das suas práticas pedagógicas e a condução de um ensino das ciências que vá ao encontro dos padrões curriculares (Chiappetta & Koballa, 2002).

Mas a implementação da construção da ciência pelos professores em contexto de sala de aula não depende só dos currículos e dos manuais escolares em que se baseiam. Depende também das suas visões acerca da construção da ciência, das suas crenças pessoais acerca da educação científica, do curriculum e da psicologia educativa, bem

como das suas competências didáticas (Abd-El-Khalick & Lederman, 2000a; Bektas, Ekiz, Tuysuz, Selcan, Tarkin & Uzuntiryaki-Kondakci, 2013; Duschl & Wright, 1989; Waters-Adams, 2006).

Neste sentido, no âmbito da presente investigação, considerou-se essencial caracterizar a mensagem relativa à construção da ciência que consta do programa de Biologia e Geologia, do 10.º ano, dos dois manuais dessa disciplina mais selecionados no ano letivo 2013/2014, bem como as conceções dos professores que lecionaram com base nesses manuais.

## **2. CONTEXTO GLOBAL DA INVESTIGAÇÃO**

Investigadores e peritos em educação científica em todo o mundo são unânimes em considerar que é fundamental incluir uma componente metacientífica no ensino das ciências. Na verdade, este tem vindo a ser, a nível internacional, um dos objetivos da educação científica mais debatido, estudado e visado na literatura, sendo vários os argumentos que o justificam. Por um lado, há que ter em consideração as questões que se prendem com a cidadania democrática, talvez as mais apontadas a este propósito. De facto, tal como é defendido por diversos autores (e.g., Galvão, Reis & Freire, 2011; Reis & Galvão, 2004) a compreensão da natureza da ciência é essencial para preparar os alunos para participarem em processos de tomada de decisão, numa perspetiva de sociedade democrática e para tomarem decisões relativamente a questões de cariz científico que têm impacto direto na sua vida. Por outro lado, há que ter em consideração que a compreensão do processo de construção da ciência, como parte integrante da literacia científica e consequente compreensão do papel da ciência no mundo atual, pode contribuir para despertar o interesse dos jovens pelas carreiras científicas. Numa Europa em que o declínio de carreiras científicas (e.g., Portugal, França, Alemanha e Holanda) apela à necessidade de atrair a atenção de mais jovens para a ciência (Osborne & Dillon, 2008), este é um argumento que assume atualmente particular pertinência. Para além disso, há ainda que ter em consideração que implicar os alunos na (re) construção do conhecimento científico, favorece o desenvolvimento de aprendizagens significativas (Gil-Pérez, 2002). Este constitui outro argumento que justifica a importância de contemplar a metaciência no ensino das ciências, apesar de



não ser tão visado na literatura como os anteriores. Com efeito, o ensino da construção da ciência, ao permitir que os alunos relacionem os produtos da ciência com os processos que estiveram na sua origem, poderá constituir um valioso contributo para a integração de conceitos que conduz ao desenvolvimento de aprendizagens significativas. Nas aulas de ciências não se espera que os alunos façam ciência, mas sim que aprendam como esta se constrói (Moreira, Greca & Palmero, 2002). Assim, ao entenderem como os cientistas constroem os modelos conceptuais, terão mais facilidade em construir as suas próprias representações desses modelos e, consequentemente, ser mais bem sucedidos nas suas aprendizagens científicas.

Assim, tal como referido anteriormente, (ver ponto 1), a construção da ciência tem vindo a aparecer, a nível internacional, em documentos de estratégia política educativa e em currículos e princípios orientadores do ensino das ciências por todo o mundo - Estados Unidos da América, Hong Kong, China, Reino Unido, Austrália, Canadá, Nova Zelândia, Portugal, Coreia, Finlândia, Suécia, África do Sul, Taiwan e outros países. São inúmeros os estudos internacionais que investigam a metaciência ao nível dos currículos e dos manuais escolares, bem como das concepções dos professores e dos alunos. Em suma, têm vindo a ser empreendidos muitos esforços por parte dos decisores políticos e da comunidade científica da área da educação, ao longo de há cerca de um século, no sentido de incluir a metaciência no ensino das ciências. No entanto, mesmo os estudos mais atuais continuam a revelar problemas relativos à componente metacientífica dos currículos, dos manuais, das concepções dos alunos e dos professores, bem como das práticas pedagógicas.

Ao nível dos currículos, os conteúdos e aprendizagens relativos à construção da ciência são pouco explícitos, tal como têm revelado estudos, a nível nacional (e.g., Silva & Sequeira (2006)<sup>3</sup> e a nível internacional (e.g., Hipkins, Barker & Bolstad, 2005). São assim muitos os autores (e.g., Aydin & Tortumlu, 2015; DiGiuseppe, 2014; Lederman, 2007; McComas, 2003; Sadler, Chambers & Zeidler, 2004; Sardag, Aydin, Kalender, Tortumlu, Ciftci & Perihanoglu, 2014; Schwartz, Lederman & Crawford, 2004; Taber, 2008) que têm vindo a chamar a atenção para o facto de que é necessário que esses conteúdos surjam de forma explícita nos documentos curriculares e também nos materiais didáticos. Esta explicitação da componente metacientífica é fundamental para

---

<sup>3</sup> Estudo centrado nos currículos de ciências do contexto educativo português, nomeadamente os programas de Biologia e Geologia dos 10.º e 11.º anos de escolaridade.

apoiar os professores na implementação da construção da ciência em contexto de sala de aula. Neste sentido, diversos autores propuseram que os currículos de ciências contemplassem sugestões concretas para a inclusão da construção da ciência no âmbito dos conteúdos científicos (Akerson, Hanson & Cullen, 2007; Hipkins, 2012) e que se desenvolvessem “modelos curriculares” ou materiais pedagógicos para essa inclusão (Hipkins, 2012).

Outro dos problemas relativos à componente metacientífica que tem vindo a ser detetado nos currículos de ciências diz respeito aos aspetos da construção da ciência que estes contemplam. Estudos internacionais (e.g., McComas & Olson, 1998; Vesterinen, Aksela & Sundberg, 2009) mostraram que, nos currículos de ciências do ensino básico e secundário oriundos de vários países (Estados Unidos da América, Reino Unido, Austrália, Canadá, Nova Zelândia, Suécia, Finlândia), os aspetos da construção da ciência mais enfatizados são os que se relacionam com as metodologias e a história da ciência. Outros estudos, a nível nacional (e.g., Calado, 2007; Calado & Neves, 2012; Castro, 2006; Ferreira, 2007a), revelaram que os aspetos que se relacionam com as metodologias da ciência e com a sua sociologia externa são os mais abordados em currículos de ciências do ensino básico e secundário. Aspetos relacionados com as relações que se estabelecem no seio da comunidade científica e com as características psicológicas dos cientistas, enquanto fatores que influenciam o processo de construção do conhecimento científico, são quase omissos ao nível dos currículos de ciências tanto a nível nacional como internacional.

Também ao nível dos manuais, a investigação realizada, quer a nível nacional, quer a nível internacional, têm vindo a denunciar problemas relativamente à forma como a construção da ciência é contemplada. A nível nacional, esses estudos têm vindo a encontrar, nos manuais, uma imagem pouco fidedigna da ciência, nomeadamente no que se refere ao método científico (considerado como único e universal) e à descontextualização da construção do conhecimento científico (Campos & Cachapuz, 1997; Pereira & Amador, 2007; Silva, 2007). O foco são as metodologias e a história da ciência, sendo esta frequentemente apresentada como uma série de relatos de eventos descontextualizados, sem considerar o seu enquadramento social/cultural nas diferentes épocas (Pereira & Amador, 2007). Tal como os currículos (e talvez devido a eles), também os manuais quase omitem outros aspetos importantes que condicionam a construção da ciência (relações que se estabelecem no seio da comunidade científica e

características psicológicas dos cientistas). A nível internacional, os manuais escolares de ciências também têm vindo a ser criticados em diversos estudos por proporcionarem imagens equivocadas acerca da forma como o conhecimento científico é construído (e.g., Abd-El-Khalick, Waters & Le, 2008; DiGiuseppe, 2014; McComas, 2000, 2003; Stansfield, 2006). Apresentam o conhecimento científico como uma coleção de factos descontextualizados (Blachowicz, 2009; Chaisri & Thathong, 2014; Chiappetta, Fillman & Sethna, 1991; Irez, 2008) e retratam a construção da ciência como um processo linear e não como um processo dinâmico de gerar e testar explicações alternativas acerca da natureza (Blachowicz, 2009; Chiappetta et al., 1991; Finley, 1994). O foco são os “produtos da ciência” e não tanto os processos que estão na origem desses produtos (Bensaude-Vincent, 2006; Phillips & Chiappetta, 2007). Também a nível internacional se verificou, nos manuais escolares, um enfoque nos aspetos metodológicos da ciência (e.g., Aydin & Tortumlu, 2015; Chaisri & Thathong, 2014; Phillips & Chiappetta, 2007) e uma abordagem acerca da história da ciência que raramente tem em consideração o contexto disciplinar, social, político ou cultural em que o conhecimento científico é construído (Market, 2013). Também as relações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade, ou seja, a sua dimensão sociológica externa, têm vindo a ser negligenciadas ao nível dos manuais escolares (Morris, 2014), tal como demonstram diversos estudos a nível internacional (e.g., Calado, Scharfenberg & Bogner, 2015; Lee, 2014) e nacional (e.g., Campos & Cachapuz, 1997; Fernandes & Pires, 2011; Santos, 2004), que denunciam a falta de contextualização social e tecnológica dos diferentes conteúdos científicos. Existe igualmente, à semelhança do que acontece com os currículos, um baixo grau de explicitação da construção da ciência ao nível dos manuais escolares que tem vindo a preocupar diversos investigadores a nível internacional (e.g., Aydin & Tortumlu, 2015; DiGiuseppe, 2014; Lederman, 2007; McComas, 2003; Sadler et al., 2004; Sardag et al., 2014; Schwartz et al., 2004). Estes têm vindo a avançar com recomendações relativas à necessidade de tornar explícita a construção da ciência em documentos curriculares e manuais escolares.

Quanto às conceções dos professores relativamente à metaciência, a investigação realizada (e.g., Abd-El-Khalick, 2005; Abd-El-Khalick & Akerson, 2009; Akerson et al., 2010; Bektas et al. 2013; Bell, Lederman & Abd-El-Khalick, 2000; Lederman, 2007; Liang, Chen, Chen, Kaya, Adams, Macklin & Ebenezer, 2009; Lin & Chen, 2002; Ryan & Aikenhead, 1992; Şahin & Köksal, 2010) revelou que estes possuem

visões da construção da ciência não consentâneas com as perspectivas atuais sobre a ciência, evidenciando, assim, problemas na compreensão do seu processo de construção. Fernández, Gil, Carrascosa, Cachapuz e Praia (2002) realizaram um trabalho de compilação das principais visões distorcidas acerca da construção da ciência dos professores, que foram referidas na literatura num espaço de dez anos, a maior parte delas evidenciadas nas suas práticas de docência. Chegaram à conclusão de que, de uma forma geral, estas traduziam uma conceção de ciência empírico-indutivista e “não teórica”, que encara a ciência apenas como um processo cumulativo de conhecimentos, não tendo em consideração a sua história. Além disso, a atividade científica é vista como rígida, descontextualizada e socialmente neutra. Uma das conceções inadequadas acerca da ciência mais focada em muitos estudos (e.g., Abd-El-Khalick & BouJaoude, 1997; Abell & Smith, 1994; Brickhouse, Dagher, Letts & Shipman, 2000; Lederman, 1992; Thye & Kwen, 2004; Akerson, Cullen & Hanson, 2009; Walls, 2012) corresponde à ideia de que existe um método científico universal, estruturado em etapas, que são rigorosamente seguidas por todas as investigações científicas. Está-se assim perante uma visão positivista e idealista da ciência, que ignora a natureza criativa e imaginativa do empreendimento científico, tal como denunciam Lederman (1992) e Abd-El-Khalick e BouJaoude (1997). Segundo estes autores, estas visões distorcidas da ciência radicam numa conceptualização de ciência baseada no senso comum, que é aceite pela sociedade e, implicitamente, pelos professores, devido à falta de reflexão crítica e de educação científica. A nível nacional, também Thomaz, Cruz, Martins e Cachapuz (1996) e Vieira e Martins (2004) manifestaram a sua preocupação relativamente às conceções inadequadas acerca da construção da ciência evidenciadas pelos professores, nos quais incluem os docentes portugueses. Por conseguinte, uma das medidas fundamentais para promover a implementação da construção da ciência em sala de aula passa por levar os professores a desenvolver visões apropriadas da natureza da ciência. Para além disso, é importante que estes tomem consciência da importância da abordagem desses aspetos relativos à construção da ciência na sala de aula e desenvolvam competências didáticas nesse sentido (Abd-El-Khalick et al., 1998; Duschl & Wright, 1989; Lederman, 1992).

De acordo com os estudos realizados, tanto a nível nacional como internacional, está-se perante uma situação em que, começando pelo campo de recontextualização oficial em que são produzidos os programas curriculares das disciplinas, passando pelo

campo de recontextualização pedagógica em que são elaborados os manuais e chegando ao campo de reprodução ao nível das práticas dos professores, o discurso pedagógico evidencia problemas relativamente à construção da ciência. Omite aspetos importantes desse processo, afasta-se da desejável perspectiva integradora entre conhecimentos científicos e metacientíficos e, para além disso, é pouco explícito. Esta baixa explicitação traduz um fraco controlo das diversas tutelas da Educação e dos autores dos manuais escolares relativamente à metaciência. Os professores ficam assim com um espaço alargado de controlo, em que são grandemente influenciados pelas suas próprias concepções sobre ciência, sendo que estas são frequentemente inadequadas, tal como a investigação tem vindo a revelar.

Por conseguinte, até aqui a investigação tem vindo a identificar problemas da mensagem relativa à construção da ciência que consta do discurso pedagógico, evidenciados aos vários níveis do aparelho pedagógico, ficando no entanto por compreender a forma como essa mensagem se vai transformando, à medida que se desloca ao longo do aparelho pedagógico, até chegar ao seu destino final, ou seja, a sala de aula. Neste contexto, com o presente estudo pretendeu-se averiguar, no que se refere à construção da ciência, as transformações sofridas pelo discurso pedagógico a vários níveis do aparelho pedagógico. Por um lado, pretendeu-se investigar como está a construção da ciência contemplada no discurso pedagógico veiculado pelo programa e por manuais escolares de Biologia e Geologia do 10º ano, bem como nas concepções de professores que lecionam essa disciplina com base nos manuais estudados. Esta análise foi feita com referência às dimensões da construção da ciência contempladas, à sua conceptualização e às relações entre conhecimentos científicos e metacientíficos. No programa e nos manuais esta análise também incidiu no grau de explicitação da sua mensagem no que diz respeito aos discursos relativos à construção da ciência e às relações entre discursos. Por outro lado, pretendeu-se averiguar em que medida a mensagem relativa à construção da ciência que consta do programa de Biologia e Geologia do 10º ano é recontextualizada ao nível dos manuais escolares e das concepções dos professores (interpretações que fazem do programa), com referência aos aspetos analisados. Para além disso, pretendeu-se igualmente averiguar em que medida os professores, ainda que não consultem o programa de Biologia e Geologia<sup>4</sup>, estão

---

<sup>4</sup> Tal como é discutido diversas vezes ao longo da presente tese, a investigação tem vindo a revelar que frequentemente os professores não consultam os programas curriculares das disciplinas que lecionam, baseando as suas práticas pedagógicas apenas nos manuais escolares.

preparados, em função dos seus princípios ideológicos e pedagógicos, para implementar o texto legítimo da metaciência. Neste sentido, relativamente às concepções dos professores, foram ainda analisados os seus princípios ideológicos e pedagógicos acerca da construção da ciência, com referência aos aspetos estudados no programa e nos manuais. Esta análise permitiu prever eventuais recontextualizações do discurso pedagógico que estes venham a realizar nas suas práticas letivas.

Este estudo está enquadrado na linha de investigação desenvolvida pelo Grupo ESSA (Estudos Sociológicos da Sala de Aula) do Instituto de Educação da Universidade de Lisboa, que tem vindo a introduzir uma vertente sociológica relacionada com a teoria de Bernstein (1990, 2000) na investigação em educação, designadamente na educação científica.

Estudos realizados no âmbito do Grupo ESSA têm vindo a contemplar a problemática da construção da ciência nos programas curriculares (e.g., Castro 2006; Ferreira, 2007a; Ferreira & Morais, 2014a), nos manuais escolares (e.g., Calado & Neves, 2012), nas práticas pedagógicas (e.g., Alves & Morais, 2012) e na formação de professores (e. g., Saraiva, 2016). Estes estudos têm vindo a evidenciar problemas ao nível das dimensões da construção da ciência contempladas, do seu grau de conceptualização, da intradisciplinaridade entre conhecimentos científicos e metacientíficos e do grau de explicitação da metaciência. Assim, dando continuidade a essa investigação, esses foram os aspetos considerados na análise do programa de Biologia e Geologia, dos manuais e das concepções dos professores, na presente investigação.

Tal como os estudos referidos, bem como em outros desenvolvidos no âmbito do grupo ESSA, a presente investigação também se focou na problemática dos processos de recontextualização do discurso pedagógico que se verificam quando se passa dos programas para os manuais (e.g., Calado & Neves, 2012), dentro dos próprios programas (e.g., Castro, 2006; Ferreira, 2014; Ferreira & Morais, 2014a) e entre estes e as práticas dos professores (e.g., Alves & Morais, 2012). Dado que a investigação realizada não incluiu a observação das práticas dos professores, os resultados das análises das suas concepções acerca da construção da ciência apenas permitiram prever eventuais recontextualizações do discurso pedagógico que venham a realizar em contexto de sala de aula.

A teoria do discurso pedagógico de Bernstein (1990, 2000), bem como as suas conceptualizações sobre a orientação específica de codificação (Bernstein, 1990, 2000) e sobre as estruturas de conhecimento (Bernstein, 1999), constituíram, em termos sociológicos, o principal modelo teórico em que se contextualiza o estudo. Esta teoria constituiu a principal estrutura conceptual da análise, tendo permitido, recorrendo aos mesmos conceitos e em constante confronto com os dados empíricos, analisar, descrever e comparar a mensagem contida nos diferentes textos em estudo – textos curriculares (programa e manuais escolares) e textos sobre as concepções dos professores. Foi assim possível estabelecer relações entre os textos curriculares, de forma a explorar a extensão e o sentido da recontextualização sofrida pelo discurso pedagógico, quando passa do campo de recontextualização oficial (em que são elaborados os programas) para o campo de recontextualização pedagógica (em que são elaborados os manuais). Foi ainda possível comparar o discurso pedagógico produzido a esses dois níveis com as concepções dos professores, fora e dentro do contexto do programa, de forma a poder prever eventuais recontextualizações desse discurso nas suas práticas pedagógicas.

O recurso à teoria de Bernstein como suporte conceptual do presente estudo tem subjacente o facto de esta possuir um elevado poder explanatório e analítico, o que lhe confere uma forte linguagem de descrição do empírico. Para além disso, esta teoria integra um modelo explicativo da produção e reprodução do discurso pedagógico que explica a geração, a recontextualização e a transmissão desse discurso. Este modelo teórico procura assim mostrar e explicar o percurso seguido pelo discurso pedagógico, desde que é gerado, no Campo do Estado, até ao seu destino final, em que é transmitido no contexto das práticas letivas dos professores. No âmbito da presente investigação, considerou-se pertinente averiguar o que acontece, ao longo desse trajeto, à componente metacientífica do discurso pedagógico. Importou assim analisar a que transformações foi sujeita, com referência às várias dimensões da construção da ciência, às relações entre conhecimentos científicos e metacientíficos e ao seu grau de explicitação.

A conceptualização de ciência de Ziman (1984, 2000) também constituiu um importante suporte conceptual deste estudo, tendo sido utilizada como linguagem externa de descrição da construção da ciência presente no programa, nos manuais escolares e nas concepções dos professores.

Em termos de fundamentação teórica, recorreu-se, ainda, a algumas teorias do campo da epistemologia (e.g., Kuhn, Popper e Lakatos) e a concepções atuais sobre currículo, manuais escolares, ensino das ciências e concepções dos professores. Foram ainda consideradas a categorização das capacidades cognitivas apresentada na Taxonomia de Bloom, revista por Anderson e Krathwohl (2001) e as concepções de Brandwein, Cooper, Blackwood, Cottom-Winslow, Boeschen, Giddings, Romero, e Carin (1980) e de Cantu e Herron (1978) sobre conceitos científicos.

### 3. PROBLEMA E QUESTÕES DE INVESTIGAÇÃO

O presente estudo teve como tema central a construção da ciência no atual contexto de ensino-aprendizagem das ciências, no ensino secundário, tendo partido do seguinte problema geral de investigação:

Quais as mensagens transmitidas pelo discurso pedagógico do programa e de manuais escolares de Biologia e Geologia do 10º ano, no que se refere à construção da ciência, e de que forma podem essas mensagens, simultaneamente com as concepções dos professores, condicionar a aprendizagem científica?

A partir do problema geral de investigação foram definidas quatro questões de investigação:

1. Qual a mensagem do discurso pedagógico oficial, veiculado no programa de Biologia e Geologia do 10º ano, relativamente ao *o que* se ensina e ao *o como* se ensina a construção da ciência?
2. Qual a mensagem do discurso pedagógico de reprodução, presente em manuais escolares de Biologia e Geologia do 10º ano, relativamente ao *o que* e ao *o como* da construção da ciência?
3. Quais os processos de recontextualização que podem ter ocorrido entre o discurso pedagógico oficial do programa e o discurso pedagógico dos manuais escolares relativamente aos aspetos da construção da ciência analisados nesses textos?
4. Quais os princípios ideológicos e pedagógicos dos professores sobre a construção da ciência e em que medida esses princípios interferem na interpretação/aplicação que fazem do programa de Biologia e Geologia do 10º ano?



De forma a dar resposta a estas questões, definiram-se os seguintes objetivos orientadores da investigação:

- a. Caracterizar e comparar a mensagem do discurso pedagógico oficial, veiculado no programa de Biologia e Geologia do 10º ano e a mensagem do discurso pedagógico de manuais escolares dessa disciplina, relativamente ao *o que* e ao *o como* da construção da ciência.
- b. Refletir sobre possíveis repercussões para o ensino-aprendizagem da construção da ciência, decorrentes da forma como esta está contemplada no programa de Biologia e Geologia do 10º ano e nos manuais escolares dessa disciplina.
- c. Caracterizar o sentido e a extensão dos processos de recontextualização que ocorrem quando se passa do programa para os manuais, bem como no interior desses textos, relativamente aos aspetos da construção da ciência considerados na sua análise.
- d. Refletir sobre eventuais causas e consequências desses processos de recontextualização para o ensino-aprendizagem da construção da ciência.
- e. Caracterizar as concepções dos professores que lecionam Biologia e Geologia ao 10.º ano, em termos dos seus princípios ideológicos e pedagógicos, tendo como base os manuais que utilizam e as interpretações que fazem do programa, relativamente à construção da ciência.
- f. Relacionar, no que se refere à construção da ciência, os princípios pedagógicos manifestados pelos professores, de modo a compreender-se como esses princípios podem interferir no ensino-aprendizagem desse tema e em que medida podem ser influenciados pelo programa.
- g. Refletir sobre possíveis consequências das relações que se estabelecem entre o programa, os manuais e as concepções dos professores de Biologia e Geologia para o ensino-aprendizagem da construção da ciência.

O esquema apresentado na figura 1.1 representa, de forma geral, as várias etapas da investigação e as inter-relações entre elas. A construção da ciência, tema central do estudo, foi objeto de análise a três níveis interligados: ao nível do discurso pedagógico oficial (DPO) presente no programa de Biologia e Geologia do 10º ano; ao nível do discurso pedagógico de reprodução (DPR) presente em manuais escolares de Biologia e

Geologia do mesmo ano; e ao nível das concepções dos professores de Biologia e Geologia que utilizaram esses manuais.

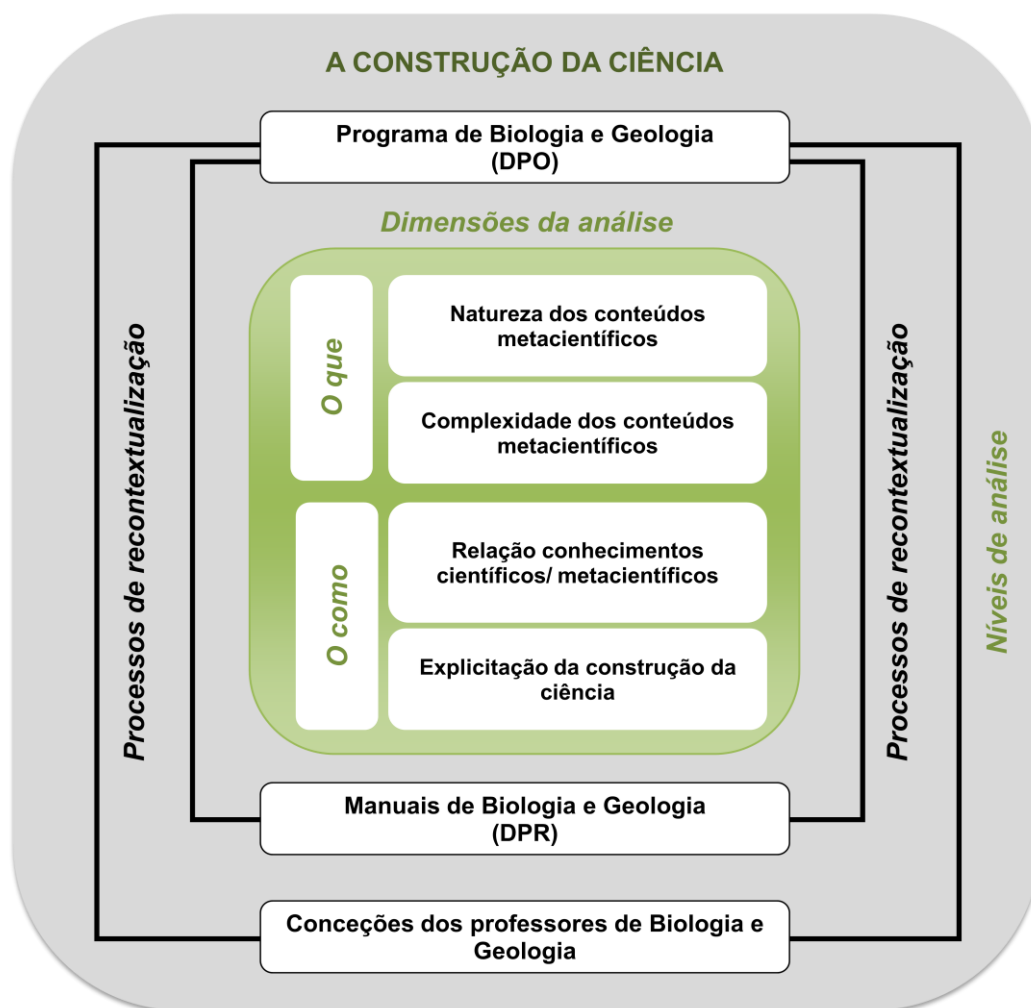


Figura 1.1. Esquema geral da investigação.

Para essa análise, foram consideradas as seguintes dimensões: o *o que*, do discurso pedagógico que diz respeito aos conteúdos metacientíficos a serem transmitidos/adquiridos e o *o como*, que se refere à forma como se deve processar essa transmissão/aquisição dos conteúdos metacientíficos. No caso do programa e dos manuais a análise de *o que* incidiu na natureza e complexidade dos conteúdos metacientíficos e a análise de *o como* incidiu na relação entre conhecimentos científicos e metacientíficos e na explicitação da construção da ciência. No caso das concepções dos professores, tomou-se, como foco de análise, a natureza dos conteúdos metacientíficos e as relações entre conhecimentos científicos e metacientíficos.

A relação entre os vários níveis de análise foi apreciada através do estudo dos processos de recontextualização que podem ocorrer entre eles. Por um lado, pretendeu-se estudar a recontextualização que ocorre entre a mensagem do programa e a mensagem dos manuais, para discutir possíveis fatores responsáveis por essa recontextualização e refletir sobre consequências da mesma para o ensino da construção da ciência. Por outro lado, pretendeu-se estudar a recontextualização da mensagem do programa que os professores podem fazer nas suas práticas pedagógicas, em função das suas concepções e da mensagem expressa nos manuais em que se baseiam.

#### **4. ORGANIZAÇÃO DA TESE**

A presente tese está organizada em cinco capítulos. No primeiro – *Introdução* – faz-se uma breve referência ao contexto geral da investigação, à qual se segue a apresentação do problema e das questões da investigação que orientaram os procedimentos metodológicos de recolha e análise dos dados.

O segundo capítulo – *Fundamentação teórica* – inicia-se com a abordagem de alguns aspetos gerais relativos ao conceito e à evolução da ciência, sendo de seguida apresentada uma revisão da literatura sobre a construção da ciência, que é a temática central do estudo, com referência ao seu conceito, à sua importância no âmbito da educação científica e à forma como é contemplada nos currículos, nos manuais escolares e nas concepções dos professores. É também apresentado os principais quadros conceptuais de referência que orientou a investigação e são ainda discutidos alguns aspetos de natureza mais genérica, relacionados com os currículos, os manuais escolares e o desenvolvimento profissional dos professores.

No terceiro capítulo – *Metodologia* – abordam-se os principais aspetos teóricos que fundamentam as opções metodológicas, baseadas numa metodologia mista. De seguida, apresenta-se uma descrição das diferentes etapas de recolha e análise de dados acerca da construção da ciência nos textos pedagógicos (programa e dois manuais escolares de Biologia e Geologia do 10.º ano) e nas concepções dos professores (que lecionaram com base nos manuais analisados). Neste âmbito, são apresentados os objetos e sujeitos do estudo, os instrumentos aplicados e os aspetos de natureza metodológica que estiveram na base da sua concepção e aplicação.

No quarto capítulo – *Análise dos resultados* – apresentam-se e discutem-se os resultados das análises dos discursos pedagógicos presentes no programa e nos manuais escolares de Biologia e Geologia do 10.º ano, bem como a análise das concepções dos professores participantes no estudo. São também discutidos os processos de recontextualização do discurso pedagógico oficial que ocorrem, quando se passa do programa para os manuais, bem como os que se dão no interior desses textos, com referência à construção da ciência.

No último capítulo – *Conclusões* – são apresentadas e discutidas as principais conclusões do estudo, no sentido de dar resposta às questões de investigação. Para além disso, são ainda referidas as limitações do estudo, sugestões para futuras investigações que emergem deste e, por último, expectativas face ao contributo que esta investigação possa dar no sentido de indicar modelos de análise da construção da ciência, sustentados por novos enquadramentos teóricos e metodológicos, e de promover a inclusão da construção da ciência no ensino das ciências.

## **CAPÍTULO 2**

# **FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**



# **CAPÍTULO 2**

## **FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

All our knowledge begins with the senses, proceeds thence to the understanding, and ends with reason, beyond which there is no higher faculty to be found in us [...].

*In Kant (2008)*

### **1. INTRODUÇÃO**

O enquadramento teórico do presente estudo assenta em dois pilares fundamentais: a construção da ciência, que constitui o seu tema central e a Teoria de Bernstein (1990, 2000), que é o principal suporte conceptual da investigação.

A primeira parte do enquadramento teórico, de sentido mais amplo, é dedicada à ciência, apresentando-se o conceito de ciência, encarado sob diferentes perspetivas, as etapas mais importantes da evolução do conhecimento científico e algumas figuras incontornáveis da história da ciência (cientistas e filósofos da ciência). Neste âmbito, é destacado Ziman, cuja conceptualização de ciência constituiu um importante suporte teórico deste estudo.

Na segunda parte apresenta-se uma revisão da literatura mais diretamente relacionada com a temática central do estudo – a construção da ciência. Explora-se o seu conceito, a sua importância no âmbito da educação científica e a forma como esta é contemplada nos currículos, nos manuais escolares e nas concepções dos professores, com referência a estudos empíricos realizados nos contextos nacional e internacional.

A terceira parte contempla a Teoria de Bernstein, que, em termos sociológicos, constituiu o principal modelo teórico em que se baseia a investigação. Neste âmbito, são apresentados conceitos e ideias-chave dessa teoria que orientaram a investigação, nomeadamente, a análise da mensagem sociológica presente no programa, nos manuais escolares e nas concepções dos professores, bem como os processos de recontextualização ocorridos quando o discurso pedagógico é transposto de um contexto para outro. Nesta

parte, são apresentados e discutidos conceitos relativos ao modelo do discurso pedagógico, à orientação específica de codificação e à conceptualização das estruturas do conhecimento. São também abordados alguns estudos empíricos realizados com base na teoria de Bernstein, no âmbito do Grupo ESSA (Estudos Sociológicos de Sala de Aula).

Finalmente, na quarta e última parte do contexto teórico, são discutidos alguns aspetos de natureza política/social/educativa relacionados com os currículos e os manuais escolares, sendo também apresentados e discutidos alguns conceitos relacionados com o desenvolvimento profissional dos professores, nomeadamente concepções, crenças, conhecimento e ideologias.

## **2. A CIÊNCIA**

Nesta parte do enquadramento teórico começa-se por discutir o conceito de ciência, encarado sob diferentes perspetivas, apresentando-se, de seguida, uma breve resenha histórica da evolução do conhecimento científico, desde os seus primórdios até à época atual, com referência a algumas das suas etapas mais importantes. Para além disso, são apresentadas algumas das figuras que mais marcaram a evolução da ciência (cientistas e filósofos da ciência), nomeadamente Ziman, cuja teoria acerca da construção da ciência constituiu um importante suporte conceptual deste estudo.

### **2.1. Conceito de ciência**

O conceito de ciência é polémico e multifacetado, podendo ser encarado sob diferentes perspetivas. Recorrendo à etimologia da palavra, que vem do latim *scientia* (que significa conhecimento) e do verbo *scire* (que significa conhecer, saber), pode dizer-se que, em sentido amplo, ciência é o conhecimento, o saber. No entanto, nem todas as formas de conhecimento são ciência, mas esta é, "indubitavelmente, entre todas, a forma mais valorizada e por isso privilegiada de conhecimento" (Fonseca, 2007), com um discurso específico que obedece a determinadas regras e critérios. E, tal como refere Fonseca (2007), "entre essas condições básicas encontra-se, desde logo, a necessidade de definir um objeto - o seu objeto - e um método a partir do qual possa constituir



conhecimento acerca desse objeto” (Fonseca, 2007). Na literatura mais específica, e mesmo em dicionários, é possível encontrar uma grande variedade de definições de ciência. Por exemplo, Blay (2005, p. 880) define ciência como "o conhecimento claro e evidente de algo, fundado quer sobre princípios evidentes e demonstrações, quer sobre raciocínios experimentais, ou ainda sobre a análise das sociedades e dos factos humanos.". Com uma outra perspectiva, de cariz epistemológico, Pombo (2007) define ciência como sendo um dos pontos centrais de reflexão filosófica, que se orienta por parâmetros que vão mudando ao longo dos tempos, fruto da evolução da própria ciência. Já Karl Popper, uma das figuras mais marcantes da história e filosofia da ciência, na sua obra “A lógica da descoberta científica”, apresentou um conceito de ciência que assenta mais na sua metodologia do que no seu conteúdo (corpo de conhecimentos), conforme se pode verificar no seguinte excerto de texto de Popper, (2002):

Eu penso que devemos acostumar-nos à ideia de que não devemos encarar a ciência como um “corpo de conhecimento”, mas antes como um sistema de hipóteses ou um sistema de suposições ou de antecipações que, em princípio, não se conseguem justificar, mas com as quais trabalhamos enquanto estas forem resistindo aos testes e que nunca poderemos justificar argumentando que são “verdadeiras”, ou ‘mais ou menos certas’, ou mesmo ‘prováveis’. (p. 318)

Outro conceito interessante de ciência foi apresentado por Richard Feynman, prémio Nobel da Física em 1965<sup>1</sup>, quando se referiu à filosofia da ciência, aludindo ao seu carácter transitório, através das seguintes palavras:

A ciência, diferentemente de todas as outras matérias, contém em si própria a lição do perigo de acreditar na infalibilidade dos grandes mestres da geração precedente ... de facto, eu posso também definir ciência de outra forma: a ciência é a crença na ignorância dos peritos. (Feynman, 1999, p. 462)

Para Lindberg (2007), uma das questões que se coloca relativamente à definição de ciência tem a ver com a abrangência do conceito: por exemplo, deve a tecnologia ser considerada como fazendo parte da ciência, ou deve esta corresponder apenas ao conhecimento genuíno, sem ter em consideração as suas aplicações? Este autor considera, ainda, que é necessária uma definição de ciência bastante abrangente, de forma a permitir a compreensão da grande variedade de práticas e de crenças inerentes à ciência que se foram verificando ao longo da história. Está-se, assim, perante um

---

<sup>1</sup> O prémio Nobel da Física 1965 foi atribuído, em simultâneo, a Sin-Itiro Tomonaga, Julian Schwinger e Richard P. Feynman, pelo trabalho que estes cientistas desenvolveram no domínio da eletrodinâmica quântica e suas extraordinárias implicações para a física das partículas.

conceito difícil de definir, que varia muito de acordo com o contexto cultural e com a utilização que lhe é dada, pelo que, tal como sustenta Lindberg (2007),

não temos outra escolha que não seja aceitar uma grande diversidade de significados de ciência como legítimos e fazer o nosso melhor para determinar, a partir do respetivo contexto de utilização, o que significa o termo ciência em cada ocasião específica. (p. 2)

## **2.2. Evolução da ciência**

Nesta secção procura-se dar uma ideia geral de como a ciência evoluiu, desde os seus primórdios até à época atual, apresentando-se uma breve resenha histórica da evolução do conhecimento científico.

Até à Época Moderna, durante a Época Clássica e a Idade Média, a ciência não estava separada da filosofia, sendo esta última entendida como a ciência das ciências. O pensamento científico surgiu na Grécia Antiga com os filósofos pré-socráticos também chamados de filósofos da natureza, tendo-se passado do pensamento dogmático, baseado em mitos e dogmas, para o pensamento científico, baseado no ceticismo. Foi emergindo uma clara distinção entre o natural e o sobrenatural e um grande consenso relativamente ao facto de as causas deverem ser procuradas apenas na natureza das coisas (Lindberg, 2007). O dogma constitui uma crença inabalável, ainda que se observem factos passíveis de o colocar em causa. Já o ceticismo filosófico, surgido nessa época, consistia numa atitude crítica que atribuída grande importância à observação, questionando sistematicamente a noção de que o conhecimento e a certeza absoluta são possíveis. O ceticismo científico, outra das correntes do ceticismo surgida na Grécia Antiga, pressupõe uma atitude de questionamento da veracidade das ideias ou das teorias, em que se procura obter provas que permitam validá-las ou refutá-las, através de uma metodologia científica.

Na época de Sócrates (469 a.C. - 399 a.C.) surgiu o conceito de prova científica, o que veio permitir a consolidação do pensamento científico. Entre os principais filósofos pré-socráticos encontram-se Tales de Mileto ( 623/624 a.C. – 546/548 a.C.) e Pitágoras (571 /570 a.C. - 500/490 a.C.). Estes criaram uma conceção da natureza que serviu de fundamento às crenças e à investigação científica nos séculos seguintes, próxima da conceção da natureza preconizada pela ciência moderna (Lindberg, 2007). Com Tales de Mileto, considerado o primeiro filósofo, inclusive por Aristóteles, deu-se

um primeiro passo na direção do pensamento científico. Tales acreditava em deuses, mas propôs uma explicação para a origem de tudo o que existe no mundo que já não era inteiramente mítica ou dogmática, manifestando uma aproximação ao pensamento científico. Desenvolveu a ideia de que o princípio de todas as coisas era algo que podia ser diretamente observado na natureza – a água – tendo-se baseado na observação de diversos factos na natureza. Não realizou uma observação sistemática do mundo, nem recorreu a métodos adequados de prova, procedimentos próprios da ciência, mas também não se baseou em dogmas ou em mitos. No âmbito dessa sua preocupação em explicar os fenómenos naturais, Tales desenvolveu uma teoria para explicar as inundações no Nilo, e avançou com a resolução de diversos problemas geométricos, como por exemplo o cálculo da altura de uma pirâmide a partir da proporção entre sua própria altura e o comprimento da sua sombra, o qual viria a dar origem ao ainda hoje utilizado teorema de Tales. Tales fez assim importantes descobertas, baseado, tal como refere Spinelli (2003, p.23), num “exercício específico de investigação, e os elementos fundamentais desse novo modo de especular a natureza eram a curiosidade, a observação, a competência epistémica e o discurso científico”. Existem registos de que Tales desafiava aqueles que conheciam as suas ideias a demonstrarem que não tinha razão, manifestando, assim, uma vontade de discutir racionalmente ideias, característica própria da filosofia da ciência, que se opõe ao mito e à religião (Spinelli, 2003).

Foram então surgindo outros pensadores da mesma região e época de Tales [Anaximandro (séc. VI a.C.), Heraclito (séc. VI/V a.C.), Pitágoras (séc. VI a.C.), Parménides (séc. VI/V a.C.) e Demócrito (séc. V/IV a.C.), entre outros] apresentando diferentes teorias, tendo-se iniciado uma nova corrente que se foi gradualmente afastando das concepções dogmáticas anteriores (Lindberg, 2007). Por exemplo, Demócrito (séc. V/IV a.C.) achava que não havia deuses e que a natureza tinha as suas próprias leis, pelo que é considerado o primeiro grande filósofo naturalista. Veio a desenvolver a ideia de que tudo quanto existia era composto de pequeníssimas partículas indivisíveis (*atomoi*), unidas entre si de diferentes formas, e que na realidade nada mais havia do que essas partículas e o vazio onde elas se deslocavam.

Posteriormente, no período clássico da Grécia Antiga (séculos VI - IV a.C.), Platão (428/427 a.C. – 348/347 a.C.), importante filósofo e matemático, ajudou a construir as bases da ciência juntamente com aquele que considerava como seu mestre, Sócrates, e Aristóteles, o seu discípulo. Platão interessou-se pelas ciências matemáticas,

mas não pelas ciências empíricas (com exceção da medicina) e, em geral, não manifestou nenhum interesse pelos fenómenos empíricos, ao invés de Aristóteles (Reale, 2001). Platão dividia a realidade em duas partes, uma pertencente ao mundo dos sentidos, da qual apenas se conseguia ter um conhecimento aproximado ou imperfeito, e outra pertencente ao mundo das ideias, da qual se podia ter um conhecimento seguro, sustentado no uso da razão (Reale, 2001). Aristóteles rejeitava a ideia de Platão de que não é possível constituir qualquer conhecimento verdadeiro sobre a realidade que captamos através dos sentidos (Reale, 2001). Aliás, para Aristóteles, sem a intervenção dos sentidos não havia conhecimento, devendo a ciência consistir no estudo dos objetos da natureza que nos rodeia. Aristóteles recusava-se, assim, a aceitar o estatuto redutor e dependente que Platão conferiu aos “objetos sensíveis” (Lindberg, 2007), reclamando que o verdadeiro conhecimento deveria ser o conhecimento das coisas verdadeiramente autênticas. Ao contrário, Platão descurava a observação da natureza, considerada fundamental na ciência, achando que a verdadeira ciência se fazia na contemplação dos fenómenos universais.

Assim, a atenção de Platão centrava-se nas formas eternas, compreensíveis apenas através da razão ou da reflexão filosófica, enquanto que Aristóteles se focava no mundo material dos indivíduos, da natureza, um mundo percecionado através dos sentidos. Segundo Lindberg (2007), para Aristóteles, o processo de aquisição de conhecimento começa com a experiência dos sentidos. Este autor sustenta, ainda, que, tal como os cientistas atuais, Aristóteles não seguia receitas metodológicas, recorrendo, em vez disso, a métodos aproximativos, procedimentos familiares que já se tinham revelado eficazes na prática (Lindberg, 2007). Segundo Di Mare (2002), “de entre os filósofos gregos são de Aristóteles as ideias que orientam os caminhos da ciência até à Idade Média (p. 40).

Durante a Idade Média (séculos V - XV), com a Escolástica, linha de pensamento filosófico-teológico que se desenvolveu nas escolas nessa época, retomou-se, de certa forma, a visão dogmática da ciência. Esta escola filosófica vigorou desde o princípio do século IX até o final do século XVI, quando começou o declínio da era medieval. A Escolástica consistia numa linha de pensamento que procurava respostas que justificassem a fé na doutrina cristã e que considerava o clero como o grande detentor das verdades espirituais. Os filósofos escolásticos rejeitavam o uso da matemática, aceitando apenas a dialética e a lógica aristotélica como formas de análise

científica. O conhecimento científico não só não podia negar os dogmas religiosos como devia fundamentá-los, encontrando-se a ciência e a filosofia submetidas à religião (Biehl, 2003). O conhecimento sobre a natureza tinha de ser procurado nas Sagradas Escrituras, já que eram estas que continham o sentido da vontade divina e, portanto, o sentido de toda a natureza criada, sendo esse tipo de conhecimento aquele que merecia verdadeiramente o nome de “ciência” (Biehl, 2003). A própria organização das Universidades passou a ser regulamentada pela Igreja desde o século XIII, sendo estas concebidas como associações de Mestres e de alunos reunidos para o cumprimento de um ofício intelectual.

Com o renascimento (séculos XIV - XVII), este sistema de construção do conhecimento começou a desmoronar-se, caindo definitivamente no século XIX, sendo que, tal como refere Di Mare (2002),

o resultado do período renascentista é a ciência, nela confluindo as pesquisas naturalísticas dos últimos escolásticos que tinham dirigido a sua atenção para a natureza, desviando-a do mundo sobrenatural, do platonismo que insistira na estrutura matemática da natureza, e da magia que havia patenteado e difundido as técnicas operativas destinadas a subordinar a natureza ao Homem. (p. 70)

Este autor acrescenta, ainda, que a ciência veio derrubar os pressupostos teológicos subjacentes às investigações dos últimos escolásticos, os pressupostos metafísicos do aristotelismo e do platonismo e os pressupostos animistas da magia e da filosofia (Di Mare, 2002, p. 71).

Entrou-se assim no período da ciência moderna, que foi marcado por grandes transformações na compreensão do ser humano e da natureza, tendo o mundo perdido as suas características teocêntricas para dar lugar a uma visão de carácter antropocêntrico (Scopinho, 2004). A criação da ciência moderna é atribuída a Galileu (1564-1642), se bem que Copérnico (1473-1543) e Francis Bacon (1561-1626) também são frequentemente considerados seus precursores. A ciência moderna trouxe-nos, inegavelmente, uma conceção do mundo e da natureza radicalmente diferente daquela que até aí imperou e que permaneceu inquestionável durante séculos (Biehl, 2003; Bowler & Morus, 2005). Também as ciências experimentais, surgidas com Francis Bacon, Isaac Newton e Galileu Galilei, foram significativas para um novo entendimento do mundo.

Nas secções seguintes é feita uma breve referência a alguns dos cientistas e filósofos da ciência que mais se destacaram nesta época.

## **2.3. Figuras marcantes da evolução da ciência**

Nesta parte apresentam-se alguns cientistas e filósofos da ciência que tiveram um papel marcante na evolução do conhecimento científico e cujas teorias do campo da epistemologia, no caso de alguns deles, como por exemplo Kuhn, Popper e Ziman, também nortearam esta investigação. É dado especial destaque a Ziman e à sua conceptualização de ciência, já que esta constituiu um importante suporte teórico deste estudo.

### **2.3.1. Galileu**

Galileu (1564-1642), figura central de um período de transição entre a ciência antiga medieval (Alquimia) e a ciência moderna (Di Mare, 2002), foi, de acordo com (Matthews, 1989, p. 53), considerado por Newton como um dos “gigantes em cujos ombros se apoiava” e por Kant como sendo o responsável por “uma luz que se acendeu sobre todos os estudantes da natureza”. A sua obra está enraizada no passado, numa perspetiva revisionista e de crítica metodológica, mas, por outro lado, também prepara o futuro, lançando ideias e novos métodos de investigação que superam, inclusive, resultados e previsões das suas próprias pesquisas (Di Mare, 2002). Para Matthews, (1989, p. 53), referindo-se a Galileu, “a sua física e a sua astronomia continham argumentos metodológicos, epistemológicos e ontológicos bem desenvolvidos, tendo a sua contribuição para a filosofia sido também muito significativa”.

Para Biehl (2003), o facto de se considerar Galileu como o pai da ciência moderna e, por conseguinte, o grande impulsionador de uma nova forma de ver o mundo e a natureza, tem a ver com três tipos de razões: em primeiro lugar, “deu autonomia à ciência, fazendo-a sair da sombra da teologia e da autoridade livresca da tradição aristotélica; em segundo lugar, aplicou pela primeira vez o novo método, o método experimental, defendendo-o como o meio adequado para se chegar ao conhecimento; finalmente, deu à ciência uma nova linguagem, que é a linguagem do rigor, a linguagem matemática” (p. 65).

A conquista de autonomia da ciência relativamente à religião está bem patente no seguinte excerto de uma carta de Galileu, publicada em 1983:

Posto isto, parece-me que nas discussões respeitantes aos problemas da natureza, não se deve começar por invocar a autoridade de passagens das Escrituras; é preciso, em primeiro lugar, recorrer à experiência dos sentidos e a demonstrações necessárias. Com efeito, a Sagrada Escritura e a natureza procedem igualmente do Verbo divino, sendo aquela ditada pelo Espírito Santo, e esta, uma executora perfeitamente fiel das ordens de Deus. Ora, para se adaptarem às possibilidades de compreensão do maior número possível de homens, as Escrituras dizem coisas que diferem da verdade absoluta, quer na sua expressão, quer no sentido literal dos termos; a natureza, pelo contrário, conforma-se inexorável e imutavelmente às leis que lhe foram impostas, sem nunca ultrapassar os seus limites e sem se preocupar em saber se as suas razões ocultas e modos de operar estão dentro das capacidades de compreensão humana. Daqui resulta que os efeitos naturais e a experiência sensível que se oferece aos nossos olhos, bem como as demonstrações necessárias que daí retiramos não devem, de maneira nenhuma, ser postas em dúvida, nem condenadas em nome de passagens da Escritura, mesmo quando o sentido literal parece contradizê-las. (pp. 91-123)

Galileu foi o primeiro a utilizar o método científico chamado experimental, com observação atenta dos factos, determinação das leis científicas, sem se deixar influenciar pela autoridade dos sábios que o precederam e que, naturalmente, por excelentes que fossem, poderiam ter-se enganado (Di Mare, 2002, p. 73). Referem-se, a propósito, as seguintes palavras de Galileu, na audiência com o Papa Urbano VIII:

Ao cientista só se deve exigir que prove o que afirma. (...) Nas disputas dos problemas das ciências naturais, não se deve começar pela autoridade dos textos bíblicos, mas sim pelas experiências sensatas e pelas demonstrações indispensáveis. (Biehl, 2003, p. 67)

A utilização de metodologias experimentais permitiu a Galileu chegar a resultados completamente diferentes daqueles que tinham sido encontrados até aí, tendo sido o primeiro a contestar as ideias de Aristóteles acerca do mundo e da natureza (Biehl, 2003). São-lhe atribuídas diversas descobertas científicas, nomeadamente as leis do pêndulo e a lei da queda dos corpos, bem como a invenção do termoscópio e da primeira luneta astronómica, um aparelho ótico rudimentar, considerado o precursor dos modernos telescópios. Com esta luneta, realizou numerosas observações do nosso sistema solar que se encontram relatadas nos livros “Sidereus Nuntius” (Mensageiro das Estrelas, 1610) e naquela que se tornou a sua obra mais famosa, o “Diálogo sobre os dois sistemas do mundo”, onde defendia a teoria do heliocentrismo, desenvolvida por Copérnico no século anterior.

A posição de Galileu face ao saber instituído na época trouxe-lhe sérias divergências com a Igreja, sobretudo a sua defesa do heliocentrismo. O Papa, que enfrentava grande oposição política na época, enviou o caso para a Inquisição, que exigiu a presença de Galileu em Roma, onde este foi julgado e condenado por heresia, em 1633. No tribunal, Galileu renegou a sua visão heliocentrista do universo, tendo a

sua sentença ao exílio sido convertida em aprisionamento na sua residência, em Aroetri, perto de Florença, onde permaneceu até à sua morte. No entanto, continuou a acreditar nessa tese e a pesquisar nesse sentido. A sua obra foi proibida e Galileu foi obrigado a retirar-se para uma herdade de que era proprietário, proibido de contactar com o exterior. Ali continuou os seus trabalhos e escreveu uma das suas obras mais importantes, “Discurso sobre duas novas ciências”, obra que faz com que Galileu seja considerado o fundador da física experimental.

Em 1979, o Papa João Paulo II ordenou um exame do processo contra Galileu e, em 1992, a comissão papal reconheceu o erro do Vaticano, tendo reabilitado formalmente a imagem de Galileu aos olhos da Igreja.

### **2.3.2. Francis Bacon**

Francis Bacon, (1561-1626), político, filósofo e ensaísta inglês, teve também um papel crucial na fundação da ciência moderna. Bacon considerava necessário instaurar uma reforma completa do conhecimento, aquilo a que ele mesmo chamou de “Instauratio magna” (grande restauração). Para Bacon, o conhecimento científico deve ter por finalidade conferir ao Homem poder sobre a natureza, servindo os seus interesses, razão pela qual este filósofo inglês foi bastante crítico relativamente à filosofia anterior, sobretudo a Escolástica (Abbott, 2009). Francis Bacon considerava que esta era uma filosofia inútil por não ter produzido nenhum conhecimento que se traduzisse em resultados práticos para a vida do Homem. Trata-se, assim, de uma visão utilitária da ciência, que considera que o conhecimento sobre a natureza só se justifica se permitir a sua manipulação em prol dos interesses do Homem. Bacon defendia uma ciência que servisse para fundamentar o poder e a grandeza do Homem e não para fazer teorias acerca da natureza (Di Mare, 2002). Bacon falava de uma ciência já não contemplativa como a anterior, mas de uma ciência ativa e operacional que visava possibilitar aos seres humanos os meios para intervir na natureza e a dominar.

Bacon considerava que era necessário empreender uma via nova de investigação técnico-científica, grandemente apoiada na experimentação, e abandonar as velhas vias contemplativas e improdutivas, razão pela qual o espírito baconiano mudou profundamente a natureza e o objetivo da investigação científica (Di Mare, 2002). Na



sua obra “Novum Organum”, Francis Bacon propôs, um novo método para o estudo da natureza, que viria a tornar-se uma marca distintiva da ciência moderna. O objetivo do chamado método baconiano é desenvolver uma nova forma de estudar os fenômenos naturais, baseada na observação e na experimentação, regulada pelo raciocínio indutivo. O método é, no entanto, considerado como tendo pelo menos duas falhas importantes: em primeiro lugar, não dá muito valor à hipótese e, em segundo lugar, não considera a importância da dedução matemática para o avanço das ciências.

Na opinião de Di Mare (2002),

Francis Bacon era um filósofo pouco rigoroso, muito inferior a outros que marcaram a época moderna, mas foi, no entanto, sem sombra de dúvida, “o melhor formulador dos ideais humanos que iriam presidir à aventura da ciência pós renascentista e fazer dela uma das principais determinantes do mundo moderno. (p. 75)

Considera-se que Galileu, com base na sua obra, lançou os alicerces do mecanicismo, nova concepção da natureza que viria a ser largamente aceite e desenvolvida, nomeadamente por Descartes e Newton.

### **2.3.3. Descartes**

O filósofo francês Descartes (1596-1656), uma das figuras-chave na chamada revolução científica, foi um dos grandes defensores do mecanicismo. Até essa altura reinava o organicismo, orientação filosófica que considerava que o mundo seria melhor entendido se fosse considerado como um organismo vivo orientado para um fim. O mecanicismo perspetivava a natureza como um mecanismo cujo funcionamento se regia por leis precisas e rigorosas e que, tal como uma máquina, era composta de peças ligadas entre si que funcionavam de forma regular e poderiam ser reduzidas às leis da mecânica (Henry, 2010). A propósito do mecanicismo, Descartes (2004) referiu o seguinte:

Eu não sei de nenhuma diferença entre as máquinas que os artesãos fazem e os diversos corpos que a natureza por si só compõe, a não ser esta: que os efeitos das máquinas não dependem de mais nada a não ser da disposição de certos tubos, que devendo ter alguma relação com as mãos daqueles que os fazem, são sempre tão grandes que as suas figuras e movimentos se podem ver, ao passo que os tubos ou molas que causam os efeitos dos corpos naturais são ordinariamente demasiado pequenos para poderem ser percebidos pelos nossos sentidos. Por exemplo, quando um relógio marca as horas por meio das rodas de que está feito, isso não lhe é menos natural do que uma árvore a produzir os seus frutos. (p. 66)

Para Descartes, o mais importante na abordagem dos problemas científicos é a utilização de um método apropriado, pelo que tinha, como objetivo principal, usar um método universal para estabelecer uma definição racional completa de todos os fenómenos naturais, num único sistema regido por princípios mecânicos e matemáticos (McGrew, Alspector-Kelly & Alspector-Kelly, 2009). Para além disso, Descartes defendia uma ciência unificada, alegando que seria necessário que todas as ciências tivessem o mesmo método - o rigor matemático, partissem do mesmo princípio - o pensamento ou razão e assentassem no mesmo fundamento (Henry, 2010). A filosofia de Descartes manifesta uma importante diferença em relação à de Galileu no que diz respeito ao método: para Galileu, este parte da observação sensível, enquanto que para Descartes assenta no pensamento. Descartes também contempla a experiência, mas de uma forma complementar, já que o mais importante para ele é a razão. Uma outra diferença entre Descartes e Galileu diz respeito ao facto de que, enquanto que Galileu se demarcou claramente da metafísica, Descartes considerava-a o fundamento de todo o conhecimento verdadeiro.

#### **2.3.4. Isaac Newton**

Isaac Newton (1642-1727), físico inglês considerado como uma figura incontornável na história da ciência, nasceu precisamente no ano em que morreu Galileu. Newton foi o auge intelectual da revolução científica, tendo-se correspondido e debatido ideias com todos os proeminentes filósofos da sua época: Boyle, Robert Hooke, Henry More, Bishop, George Berkeley, John Wallis, John Locke e Leibniz (Matthews, 1989). McGrew et al. (2009) situou a revolução científica entre 1543, com o livro de Copérnico “On the Revolutions of the Heavenly Spheres”, e 1687, data que considera ser o seu final, ou, pelo menos, o seu clímax, com a obra “Princípios Matemáticos de Filosofia da Natureza” de Isaac Newton. Segundo este autor,

a história do caminho percorrido entre estas duas grandes obras, constitui uma das histórias centrais da revolução científica, na qual podemos assistir ao desenvolvimento articulado da astronomia moderna e da dinâmica e à importância de questões-chave acerca do método científico e das inferências. (McGrew et al., 2009, p. 95)

Newton via a experimentação científica como uma tentativa ou uma aproximação de objetivação das teorias científicas, ou seja, uma tentativa de criar uma parte da natureza

à imagem da teoria (Matthews, 1989). Tal como Descartes, não se limitava à observação da natureza, fazendo, aliás, o inverso do método aristotélico: lidava com a matemática de situações abstratas antes de considerar as propriedades dos objetos reais (Matthews, 1989). Newton desenvolveu uma teoria que tinha como princípio fundamental a lei da gravitação universal e que integrava as anteriores descobertas científicas, articulando-as de forma coerente sob uma única teoria que servia de explicação a todos os fenómenos físicos no universo. Sob o chapéu desta teoria, e aplicando os respetivos princípios gerais, recorrendo ao cálculo matemático e ao cálculo infinitesimal, também inventado por Newton, todos os fenómenos naturais podiam ser derivados (Biehl, 2003). Newton foi assim responsável pela grande síntese mecanicista, apresentada no seu livro “Princípios Matemáticos de Filosofia da Natureza”, o qual se tornou uma espécie de Bíblia da ciência moderna (Biehl, 2003).

### **2.3.5. Auguste Comte**

Mais tarde, no século XIX, Auguste Comte (1798 - 1857), filósofo francês, desenvolveu uma nova linha de pensamento, apresentada no seu livro “Curso de Filosofia Positiva: o positivismo”. Nessa época, o conhecimento científico e a tecnologia sofreram um desenvolvimento acentuado com um impacto significativo na vida das pessoas e na sociedade. A ciência apresentava explicações e soluções para um número cada vez maior de problemas, sendo a física a ciência que mais resultados apresentava e que ajudava a compreender o mundo como nunca antes havia sido possível. Auguste Comte acreditava ter descoberto uma lei fundamental acerca do desenvolvimento do conhecimento, de acordo com a qual este passa sucessivamente por três estados teóricos diferentes: o estado teológico ou fictício, o estado metafísico ou abstrato, o estado científico ou positivo (Comte, 1978). Consequentemente, o espírito humano, dada a sua natureza, emprega sucessivamente, em cada uma das suas pesquisas, três métodos de filosofar, de características essencialmente diferentes e mesmo radicalmente opostas: primeiro, o método teológico, depois o método metafísico e, por fim, o método positivo (Comte, 1978). Neste sentido, a ciência era considerada como correspondendo ao estado positivo do conhecimento, o qual equivale ao seu estado definitivo.

No estado teológico, o espírito humano, dirigindo essencialmente as suas pesquisas para a natureza íntima dos seres, incluindo as causas de todos os fenómenos que os atingem, ou seja, para os conhecimentos absolutos, considera que esses fenómenos são causados por agentes sobrenaturais, cuja intervenção arbitrária explica as aparentes anomalias do universo (Comte, 1978). No estado metafísico, os agentes sobrenaturais são substituídos por forças abstratas, verdadeiras entidades (abstrações personificadas) inerentes aos diversos seres do mundo, e concebidas como capazes de engendrar por si mesmas todos os fenómenos observados, cuja explicação consiste então em referir, para cada um, a entidade correspondente (Comte, 1978, p. 3). No estado positivo, o espírito humano, reconhecendo a impossibilidade de obter noções absolutas, renuncia a procurar a origem e o destino do universo e a conhecer as causas íntimas dos fenómenos, para se dedicar apenas à descoberta, pelo uso combinado do raciocínio e da observação, das suas leis efetivas (Comte, 1978, p. 4).

A perspectiva positivista considera, assim, todos os fenómenos como sujeitos a leis naturais invariáveis, tendo por objetivo a sua descoberta precisa e considerando como absolutamente inacessível e vazio de sentido a procura daquilo a que se chama as causas, sejam primeiras ou finais (Comte, 1978).

### **2.3.6 Gaston Bachelard**

Gaston Bachelard (1884 – 1962) foi um filósofo francês que viveu num período de grande desenvolvimento da ciência, em que se avançou com teorias científicas revolucionárias, como a teoria da relatividade e a mecânica quântica. Foi neste contexto, de revolução científica e de emergência de uma nova ciência, que Bachelard, procurando conferir a essa nova ciência uma filosofia compatível, desenvolveu a sua tese descontinuista relativamente à razão e à história da ciência, por oposição ao continuismo até aí defendido. Segundo os continuistas, o conhecimento científico vai-se desenvolvendo de uma forma lenta e contínua, em que as novas verdades se ligam às anteriores, indo depois também elas fazer a ponte para as próximas, estabelecendo-se uma cadeia de conhecimento que, tal como sustenta Pombo (2001), mostra de que modo uma proposição mais recente tem as suas raízes em teorias mais antigas e, por sua vez, abre para o futuro um leque de possibilidades. Já de acordo com o descontinuismo

bachelardiano, e tendo como referência a história da ciência, o conhecimento ao longo da história não pode ser avaliado em termos de acumulação de conhecimento, mas sim de ruturas, num processo dialético em que o conhecimento científico é construído através da constante análise e retificação dos erros anteriores. Segundo Bachelard (1996),

o espírito científico é essencialmente uma retificação do saber, um alargamento dos quadros do conhecimento. Julga o seu passado condenando-o. A sua estrutura é a consciência dos seus erros históricos. Cientificamente, pensa-se o verdadeiro como retificação histórica de um longo erro, pensa-se a experiência como retificação da ilusão comum e primeira (p.120).

Esta perspetiva descontinuista está especialmente atenta, não àquilo que liga as teorias entre si, mas àquilo que as separa, defendendo que o progresso dos conhecimentos científicos se faz através de grandes alterações qualitativas que não podem ser reduzidas a uma lógica de acréscimo de quantidades; faz-se através de momentos em que se quebra a tradição e em que esta é substituída por uma nova teoria (Pombo, 2001).

A perspetiva do "novo espírito científico", proposto por Bachelard, preconiza também a passagem do empirismo para o racionalismo. A recolha de dados acerca dos objetos já não era baseada em perceções sensoriais mas sim na razão, tendo a experimentação uma matriz teórica ao contrário do que acontece com a abordagem empirista. Nesta perspetiva, o cientista parte para o objeto com uma carga teórica que condiciona a forma como o estuda e não através de métodos baseados nos sentidos e na experiência comum. Trata-se, assim, de um método científico que se baseia na razão e que já não é direto, nem imediato, como preconiza o empirismo. A este propósito, Bachelard (1972) refere o seguinte:

Entre o conhecimento comum e o conhecimento científico a rutura parece-nos tão nítida que estes dois tipos de conhecimento não poderiam ter a mesma filosofia. O empirismo é a filosofia que convém ao conhecimento comum. O empirismo encontra aí sua raiz, as suas provas, o seu desenvolvimento. Ao contrário, o conhecimento científico é solidário com o racionalismo e, quer se queira ou não, o racionalismo está ligado à ciência, o racionalismo reclama fins científicos. Pela atividade científica, o racionalismo conhece uma atividade dialética que prescreve uma extensão constante dos métodos. (p. 45)

Outro aspeto importante que se destaca na perspetiva de Bachelard é o seu conceito de "obstáculos epistemológicos", tratado na sua obra "A formação do espírito científico", de 1938. Nesta obra, analisa o espírito científico através das suas condições internas, psicológicas, afirmando que é através dos "obstáculos epistemológicos" que as

condições psicológicas do progresso científico devem ser analisadas. Segundo Bachelard (1996),

é aí que mostraremos causas de estagnação e até de regressão, detetaremos causas da inércia às quais daremos o nome de obstáculos epistemológicos (...) o ato de conhecer dá-se contra um conhecimento anterior, destruindo conhecimentos mal estabelecidos, superando o que, no próprio espírito, é obstáculo à espiritualização. (p.17)

O avanço do conhecimento científico depende, assim, da superação desses obstáculos e, para isso, os cientistas terão de estar cientes da sua existência, razão pela qual o conceito de obstáculo epistemológico tem uma importância fundamental para o desenvolvimento do conhecimento científico. Tal como sustenta Bachelard (1996),

quando se procuram as condições psicológicas do progresso da ciência, logo se chega à convicção de que é em termos de obstáculos que o problema do conhecimento científico deve ser colocado. (p.17)

O primeiro obstáculo, a realidade, representa a tentação do empirismo, ou seja, o perigo de, ao olharmos o objeto de estudo, sermos tentados a deixar-nos levar pelo que nos é visível, dando a este um estatuto de verdade que ele não tem. A este propósito, Bachelard (1996) refere que,

diante do mistério do real, a alma não pode, por decreto, tornar-se ingênua. É impossível anular, de um só golpe, todos os conhecimentos habituais. Diante do real, aquilo que cremos saber com clareza ofusca o que deveríamos saber. (p. 18)

O segundo obstáculo epistemológico, o senso comum, corresponde à dificuldade que o cientista tem em separar o seu conhecimento comum ou os seus preconceitos, do conhecimento teórico e científico que deve mobilizar na busca da verdade. O papel que Bachelard (1989) atribui ao empirismo e ao senso comum enquanto obstáculos epistemológicos está bem patente no seguinte excerto:

A objetividade científica só é possível depois de termos rompido com o objeto imediato, de termos recusado a sedução da primeira escolha, de termos parado e contradito os pensamentos que nascem da primeira observação. Toda a objetividade, devidamente verificada, desmente o primeiro contato com o objecto. Tem de começar por criticar tudo: a sensação, o senso comum, até a prática mais constante e a própria etimologia, porque o verbo, que é feito para cantar e seduzir, raramente vai de encontro ao pensamento. Em vez de se deslumbrar, o pensamento objetivo deve ironizar. Sem esta vigilância desconfiada, nunca alcançaremos uma atitude verdadeiramente objetiva. (p. 45)

No contexto desta perspectiva descontinuista, mas reportando-se ao descontinuismo da razão, Bachelard (1996) defende que, representando o conhecimento científico uma rutura com o senso comum, é natural que esse processo implique a construção de uma

nova razão. Este processo vai decorrendo à medida que são superados os obstáculos epistemológicos. Assim, no diz respeito ao ensino, este filósofo é contrário a que se tente estabelecer ligações entre o conhecimento comum e o conhecimento científico. Neste contexto, a aprendizagem deve dar-se, conforme defende Bachelard (1996), contra um conhecimento anterior a partir da desconstrução desse conhecimento. O aluno só irá aprender se lhe forem dadas razões que o obriguem a mudar a sua razão, havendo então a substituição de um saber fechado e estático por um conhecimento aberto e dinâmico.

### **2.3.7. Karl Popper**

Karl Popper (1902 - 1994), filósofo da ciência austríaco, naturalizado britânico, cujo trabalho foi grandemente influenciado pela teoria da relatividade de Albert Einstein, foi responsável pelo chamado "Racionalismo Crítico". Para Popper (2002), o conhecimento científico é sempre conjectural e provisório e uma teoria ainda não refutada pelos factos e pelas observações pode sempre suscitar dúvidas relativamente à sua validade. Nesta perspetiva, ainda que os factos observados relativamente a uma teoria científica estejam de acordo com os seus princípios, nada nos garante que não possam surgir outros que a venham a refutar. O conhecimento científico representa, assim, uma busca constante de uma verdade sempre provisória, na expectativa constante de que essa possa vir a ser refutada. Assim, para Popper (2004), não é possível confirmar a veracidade de uma teoria apenas porque as previsões feitas com base nos princípios que esta preconiza se verificaram. O estatuto dessa teoria é o de teoria não (ou ainda não) contrariada pelos factos, o que assinala bem o carácter provisório da ciência. Tal como sustenta Popper (2004, p. 34), “uma decisão positiva só pode proporcionar alicerce temporário à teoria, pois subsequentes decisões negativas sempre poderão constituir um motivo para rejeitá-la”.

No que se refere ao debate empirismo *versus* racionalismo, Popper (2002, p. 5) compromete-se a tentar mostrar “que entre as duas escolas de empirismo e de racionalismo, as diferenças são muito mais pequenas do que as suas similaridades, e que ambas estão erradas”. Acrescenta, ainda, que ele próprio se considera simultaneamente empirista e racionalista, já que considera que tanto a observação como a razão são importantes, mas que os papéis que desempenham na construção da ciência moderna

difficilmente se assemelham aos papéis que os seus defensores clássicos lhes atribuem, o que está bem patente nas suas seguintes palavras:

tentarei mostrar que nem a observação, nem a razão podem ser descritas como fonte de conhecimento, no sentido em que cada uma delas tem vindo a reclamar ser fonte de conhecimento, até ao momento presente. (Popper, 2002, p. 5)

Na obra “A lógica da pesquisa científica”, Popper (2004) rejeita o método indutivo, próprio do empirismo e justifica essa sua posição alegando que a lógica indutiva não proporciona

conveniente sinal diferenciador do carácter empírico, não metafísico, de um sistema teórico; em outras palavras consiste em ela não proporcionar adequado critério de demarcação. (pp. 34-35)

Para este filósofo, este critério de demarcação deverá permitir a diferenciação entre as ciências empíricas da lógica e da matemática, bem como dos sistemas metafísicos.

Popper (1982) considerava o método científico como um método de conjecturas “audazes e engenhosas” seguidas de tentativas rigorosas de falseá-las. Nesta perspetiva, o trabalho do cientista deve consistir num confronto constante da teoria com observações e experiências, com vista a encontrar eventuais provas da falsidade da mesma. Caso esta se comprove, essa teoria deve ser refutada, devendo-se procurar uma explicação para o fenómeno em análise. Neste sentido, uma única observação pode levar à falsificação de uma teoria, mas por muitas observações positivas que se realizem, não se está em condições de a comprovar. Por conseguinte, na perspetiva de Popper (1990),

as teorias científicas são de tudo o que mais violentamente está exposto à crítica, sendo elas que, após um processo de depuração, um processo de purificação, um processo de falsificação, temos perante nós. (p. 85)

No entanto, o falsificacionismo popperiano tem sido objeto de muitas críticas, alegando-se, inclusive, que este se deve aplicar também à própria teoria da falseabilidade popperiana, o que implica que esta deva também ser falseável em si mesma.



### 2.3.8. Thomas Kuhn

Thomas Kuhn (1922 - 1996), físico norte-americano que se notabilizou no domínio da História e da Filosofia da ciência, tornou-se uma importante referência no estudo do processo de construção da ciência. Kuhn (1996), considerava que existem períodos em que a ciência se desenvolve de uma forma contínua, por acumulação de conhecimento – desenvolvimento normal - e períodos em que o desenvolvimento científico se dá de forma não contínua, sem ser por acumulação de conhecimento - desenvolvimento revolucionário. Para Kuhn (2000),

a maioria dos resultados de investigação mais bem sucedidos tem a ver com ciência normal, sendo esta que produz os ‘tijolos’ que a investigação científica está sempre a acrescentar ao conhecimento científico. (p. 13)

Este autor acrescenta, ainda, que esta conceção cumulativa do desenvolvimento científico é familiar, tendo guiado a elaboração de uma quantidade considerável de literatura metodológica, mas que não se pode ignorar que a ciência também se desenvolve de uma forma não cumulativa.

O modelo de progresso científico defendido por Kuhn (1996) envolve alguns conceitos fundamentais: "paradigma", "ciência normal", "anomalia", “crise” e "revolução". De acordo com este modelo, a fase que precede a formação da ciência é caracterizada por uma atividade diversa e por toda uma desorganização que apenas mediante a adoção de um paradigma se estrutura. De acordo com Kuhn (1996), um paradigma corresponde a um conjunto de suposições teóricas gerais, leis e técnicas para a aplicação dessas leis, que os membros de uma comunidade científica compartilham, fazendo também parte do paradigma elementos metafísicos e metodológico-científicos que gerem o próprio trabalho no domínio deste. O período em que se trabalha num determinado paradigma, adotado por uma comunidade científica, corresponde ao chamado período de “ciência normal”. Kuhn (1996) compara este período de ciência normal a um *puzzle* cujas peças são simultaneamente de natureza teórica e experimental, o que significa que, dentro do paradigma, se colocam questões tanto de natureza teórica como de natureza experimental. Neste período, avança-se nos problemas que o paradigma permite detetar e resolver. A fase de ciência normal é caracterizada por Kuhn (1996) como um processo de desenvolvimento científico em que se dá a acumulação de conhecimento teórico, mas também a construção de instrumentos cada vez mais

potentes e eficazes, se efetuam medições mais exatas e precisas, mas sempre dentro do mesmo paradigma, sem que surjam grandes novidades. À medida que vão aumentando a acumulação e a articulação teóricas dentro do paradigma, e, portanto, à medida que vai aumentando o conteúdo informativo da própria teoria, maior é o risco de encontrar algo que não seja passível de ser resolvido dentro daquele paradigma e que, por conseguinte, o possa colocar em causa. Os problemas que não são passíveis de ser resolvidos dentro do paradigma vigente são as chamadas "anomalias". Estas podem vir a assumir proporções tais que levem a que se instale uma crise que só será resolvida pela emergência de um novo paradigma. Entra-se, assim, numa fase de revolução científica, em que se dão alterações profundas no conhecimento científico, com novos paradigmas e formas de olhar a realidade substancialmente diferentes. Segundo Kuhn (1996), após a adoção de um novo paradigma, inicia-se um período de ciência normal até que uma nova crise se instale.

De acordo com Kuhn (1996), a primeira atitude de um cientista face a uma anomalia é dar-lhe estrutura, aplicando-lhe as regras da ciência normal de forma ainda mais veemente, mas, à medida que vão surgindo mais e mais anomalias, instala-se a crise. Os cientistas reagem à crise perdendo confiança no paradigma anterior, o que conduz a debates no seio da comunidade científica sobre os fundamentos e os métodos utilizados. Com a transição para um novo paradigma dá-se a revolução científica (Kuhn, 1975), que se traduz na rejeição de um paradigma e na adoção de um outro, não por um cientista individualmente, mas por toda uma comunidade científica. Nesta perspetiva, atendendo a que a transição de um paradigma para outro não é um processo cumulativo, a nova teoria pode até ser muito diferente e mesmo incompatível com a anterior, o que agudiza a dimensão da crise. Assim, a revolução científica corresponde a um período de mudança de paradigmas, ideia que está bem patente no seguinte texto de Kuhn (1975):

O nascimento de uma nova teoria rompe com a tradição da prática científica e introduz uma nova, o que se leva a cabo com regras diferentes e dentro de um universo de razões também diferentes. Por conseguinte, a substituição de um paradigma por outro significa adquirir uma nova teoria, um novo método, um novo conjunto de normas e até de critérios que determinam a legitimidade quer dos problemas, quer das próprias soluções propostas. (p. 140)

Tal como reconhece Matthews (2004), Thomas Kuhn foi o historiador da ciência mais influente em todo o século vinte, tendo o seu impacto sido alargado a todos os campos académicos. Não obstante, diversos autores (e.g., Matthews, 2004) consideram que, em termos de filosofia da ciência, a obra de Kuhn teve um impacto

desproporcionado face ao conteúdo que transmitia. A maior crítica feita a Kuhn consiste no facto de este ter praticamente destruído a ideia tradicional de verdade, sobretudo em ciência (Matthews, 2004), considerando-a irrelevante. Na sua perspectiva, cada convicção conceptual cria a sua própria realidade, não havendo assim verdades absolutas, mas sim uma verdade para cada paradigma. Segundo Matthews (2004), Kuhn não tinha a preocupação de chegar a um conhecimento pleno e objetivo da natureza, considerando-o como uma meta ilusória e utópica. Kuhn teve também muita influência no campo da “mudança conceptual” em crianças. A este nível, transpôs a sua visão da macro-mudança em ciência para o campo da micro-mudança a nível individual. Neste sentido, estabeleceu um paralelismo entre a sua visão da construção da ciência enquanto processo não cumulativo e descontínuo e o desenvolvimento cognitivo individual na perspectiva de Piaget (Matthews, 2004). Neste contexto, o desenvolvimento de novas aprendizagens implica insatisfação com as conceptualizações anteriores e consequente rutura conceptual, passando-se de um estágio de desenvolvimento piagetiano para o seguinte.

### **2.3.9. Imre Lakatos**

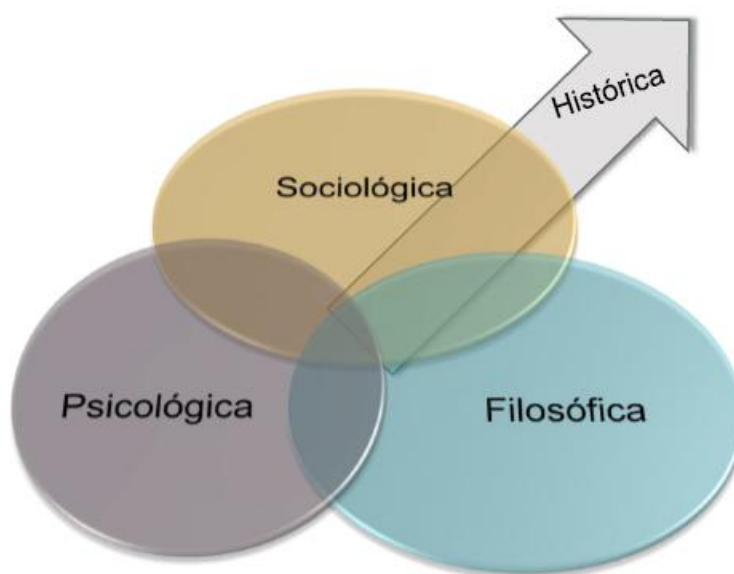
Imre Lakatos (1922 - 1974) foi um filósofo da matemática e da ciência, que se destacou pela sua perspectiva racionalista. O seu trabalho é considerado como um valioso contributo para a avaliação do conhecimento de qualquer área científica de investigação. Lakatos apresentou a sua metodologia de avaliação dos programas científicos de investigação durante um colóquio internacional sobre filosofia da ciência, que decorreu em Londres, no ano de 1965. Nesse evento, Imre Lakatos criticou a “A Estrutura das Revoluções Científicas”, de Thomas Kuhn (1962), sobretudo no que se refere ao modelo de progresso científico defendido por esse filósofo da ciência (Ibáñez, 2007). No entanto, tal como refere Ibáñez (2007), considera-se que a filosofia de Lakatos apresenta afinidades tanto com a perspectiva de Popper como com a de Kuhn. Quanto às afinidades com Kuhn, Ibáñez (2007) refere principalmente o papel de contextualização da explicação do desenvolvimento da ciência, já que tanto Kuhn como Lakatos consideram que o progresso científico só pode ser devidamente analisado e compreendido se se atender às circunstâncias históricas e sociais da sua produção. Já os alegados pontos comuns com Popper prendem-se com o seu racionalismo crítico e

correspondem à ideia de que a ciência progride de modo racional e à convicção de que a crítica é o motor do progresso científico. Para Lakatos, a ideia de Popper de que os cientistas, quando têm de avaliar os resultados de uma experiência crucial para decidir entre duas teorias explicativas de um mesmo fenómeno, adotam uma ‘racionalidade instantânea’ (Ibanez, 2007) é fortemente contestada por Lakatos. Para este filósofo da ciência este modo de proceder é impossível, já que, neste tipo de situações, existem sempre outros fatores decorrentes do contexto histórico que influenciam a tomada de posição dos cientistas. Lakatos (1978) defende, assim, que são as circunstâncias históricas, sociais e outras, ou seja, o contexto, que determinam o processo de construção da ciência. Lakatos introduz, assim, uma dimensão histórica no processo de construção da ciência, o chamado historicismo lakatosiano (Ibáñez, 2007), considerando que existem duas formas complementares de entender e narrar a ciência, ou seja, duas histórias ou vertentes, uma interna e outra externa. A história externa refere-se ao debate que se gera na sociedade em geral face ao avanço das teorias científicas, tendo assim a ver com o contexto social e mesmo político em que se geram as controvérsias científicas. A história interna diz respeito ao debate e confrontação intelectual que tem lugar no seio da comunidade científica, quando se avança com uma determinada teoria. Lakatos (1978) considerava que um dos pontos fracos da filosofia de Popper era não ter em consideração a contextualização decorrente da dicotomia história externa/interna, defendendo, para além disso, que uma conjectura científica refutada pode continuar a ser aceite pela comunidade científica até que apareça outra melhor. A este propósito, Ibanez (2007) refere que é preferível ter várias teorias inconciliáveis, ainda que a evidenciarem algumas inconsistências, do que nenhuma, e que o importante é que sejam úteis apesar de tais problemas. Para justificar esta sua afirmação, este autor cita o caso das teorias da mecânica quântica e da relatividade, que, atendendo ao ponto em que está o conhecimento científico atual, são incompatíveis. E, no entanto, ambas têm vindo a dar lugar a grandes progressos científicos, não havendo assim razão para refutar nenhuma delas.

### **2.3.10. Ziman e a sua conceptualização de ciência**

Nesta parte apresenta-se a conceptualização de ciência de Ziman, que constituiu um importante suporte teórico deste estudo, na medida em que foi utilizada como

linguagem externa de descrição da construção da ciência presente no programa, nos manuais escolares e nas concepções dos professores. John Ziman (1925 – 2005) foi um físico inglês que se notabilizou na área da física da matéria condensada, mas que também desenvolveu um importante trabalho no âmbito da filosofia da ciência. Para Ziman (2000), a ciência é uma instituição social “cuja peculiaridade reside no facto de o conhecimento, tal como é considerado, ser o seu principal produto e propósito” (p. 4), sendo que esta peculiaridade não só condiciona a sua estrutura interna e o seu lugar na sociedade, como também influencia acentuadamente o tipo de conhecimento que é produzido. Ziman (2000) caracterizou a ciência como sendo um sistema complexo, em que interagem distintos elementos, sendo impossível compreender a ciência sem considerar a forma como atua cada um desses elementos. Daí existirem inúmeras definições convencionais de ciência, centradas, cada uma delas, em aspetos completamente diferentes, consoante o ponto de vista tomado. Ziman (1984, 2000) optou assim por considerá-la, na sua globalidade, com quatro dimensões metacientíficas: filosófica, histórica, psicológica e sociológica. Na sua conceptualização de ciência, ilustrada na figura 2.1, Ziman (1984, 2000) considera um eixo temporal, ao longo do qual a ciência evolui – dimensão histórica – mediante a inter-relação dos aspetos filosóficos, sociológicos e psicológicos – dimensões filosófica, psicológica e sociológica. De acordo com este modelo de ciência, não existem fronteiras nítidas a separar essas quatro dimensões, que representam os diferentes fatores que condicionam a construção do conhecimento científico ao longo do tempo.



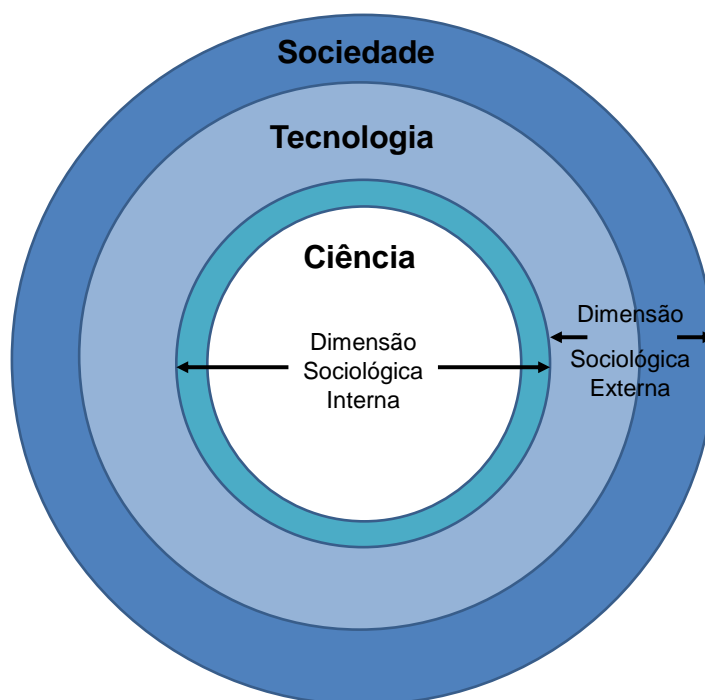
*Figura 2.1. Modelo de construção da ciência (adaptado de Ziman, 1994, 2000).*

A dimensão histórica da ciência diz respeito ao seu aspeto de arquivo, já que a acumulação de conhecimento científico, organizado em esquemas teóricos coerentes e divulgado em publicações, é um processo histórico com especial significado. Nesta perspetiva, a ciência é encarada como um processo gradual de acumulação de conhecimentos que se vão reestruturando em esquemas teóricos universais, cada vez mais complexos e abrangentes e que vão sendo condicionados pelos contextos culturais, sociais, éticos e políticos das várias épocas históricas. O conhecimento científico adquire significado quando é divulgado, permitindo reestruturar esses esquemas teóricos universais e utilizá-los em proveito da humanidade (Ziman, 1984).

Outra das disciplinas metacientíficas, a filosofia da ciência, dá ênfase aos seus aspetos metodológicos, ou seja, aos métodos utilizados pelos cientistas para fazer ciência. Esses métodos incluem a observação, a conceção de hipóteses, a experimentação e a teorização, sendo considerados por Ziman (1984) como elementos de um método específico de obter informação fidedigna acerca do mundo natural. No contexto desta dimensão a ciência é considerada enquanto processo dinâmico de construção do conhecimento que engloba metodologias diversas.

A dimensão psicológica da ciência contempla os aspetos psicológicos dos cientistas que influenciam o empreendimento científico. Há que ter em consideração que, sendo a ciência uma atividade humana e, como tal, sujeita aos condicionalismos próprios da natureza humana, pode revelar, como outra atividade qualquer, procedimentos dignos, por vezes até grandiosos, ou procedimentos menos corretos (Ziman, 1984). Traços de carácter, como a inteligência, a curiosidade acerca do mundo natural, a perseverança e a humildade intelectual tendem a constituir o perfil típico dos cientistas. No entanto, outras características psicológicas menos abonatórias, como a desonestidade intelectual, a falta de respeito pelo trabalho dos pares ou a cedência a interesses menos lícitos também condicionam, por vezes, a construção da ciência. Na verdade, a fraude em ciência é um facto que também pode ocorrer, devendo assim ser também encarada como um dos aspetos que pode interferir na construção do conhecimento científico.

A dimensão sociológica da ciência, conforme ilustrado na Figura 2.2, divide-se em duas vertentes, a da sociologia interna e a da sociologia externa. A sociologia interna da ciência engloba as relações que se estabelecem no âmbito da comunidade científica e



*Figura 2.2.* As vertentes interna e externa da dimensão sociológica da ciência (adaptado de Ziman, 1984, 2000).

que tanta importância assumem nos tempos atuais, com o aumento exponencial dos meios de comunicação, nomeadamente as novas tecnologias de informação e comunicação. Os cientistas comunicam entre si, partilhando perspetivas e resultados experimentais que os levam a reestruturar constantemente os seus trabalhos, a encontrar novas vias de investigação num empreendimento que é, cada vez mais, um processo colaborativo e não uma atividade isolada.

Aliás, tal como refere Ziman (1984), os cientistas trabalham frequentemente em íntima ligação e quase sempre se referem a si próprios como membros de uma disciplina académica e de uma correspondente comunidade científica, ou seja, estão bastante conscientes das suas interações sociais como cientistas. Temos, como exemplo, universidades e associações científicas a formarem instituições comunitárias comuns, com atividades comuns, como por exemplo a educação científica, o desenvolvimento de diversos projetos de investigação, debates e congressos sobre questões científicas controversas ou atribuições de prémios a descobertas científicas. Também os currículos educacionais e as carreiras de investigação em que cada cientista desempenha um dado papel, por exemplo de orientador ou de autoridade científica eminente, está, de acordo com Ziman (1984), sujeito às normas comunitárias de comportamento, como sejam o

“universalismo” e o “desinteresse”. Na verdade, estas relações comunitárias são consideradas parte constituinte da ciência, já que é impossível conhecer o estatuto das teorias científicas, sem considerar a forma como os cientistas se relacionaram no decurso do seu trabalho.

Outra das vertentes da dimensão sociológica da ciência considerada por Ziman corresponde à sua sociologia externa, que diz respeito às relações entre a ciência e a sociedade. Estas relações são consideradas biunívocas já que, por um lado, a ciência influencia a sociedade e, por outro, tal como refere Ziman (1984, p. 5), “os trabalhos internos da própria Ciência estão a ser transformados pelas enormes forças sociais que atuam sobre ela e penetram na sua estrutura filosófica e psicológica”.

Na sociedade atual é impossível dissociar a ciência da tecnologia, existindo um ciclo Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) que compreende as relações biunívocas que se estabelecem entre essas três instituições sociais. A evolução do conhecimento científico, para além de ter impacto na sociedade, permite o desenvolvimento de novas tecnologias e aplicações tecnológicas. Estas, por sua vez, fornecem à ciência novos instrumentos e procedimentos, que permitem novas investigações científicas e, conseqüentemente, o desenvolvimento da ciência. Por seu lado, a sociedade exerce pressão sobre a ciência, no sentido de esta desenvolver novo conhecimento, bem como novas tecnologias rentáveis e úteis, em resposta aos seus problemas e necessidades.

Nesta dinâmica de relações CTS há que ter em consideração que a aplicação da ciência e da tecnologia à sociedade tem efeitos (políticos, sociais, económicos e éticos) tanto benéficos como prejudiciais, a curto e a longo prazo. Determinadas inovações científicas e tecnológicas, têm vindo a gerar importantes controvérsias científicas que dividem tanto a comunidade científica como a sociedade em geral, envolvendo cientistas, decisores políticos e grupos de cidadãos. Utilizações incorretas e efeitos secundários indesejados da ciência e da tecnologia têm desencadeado fortes reações da sociedade, colocando-se frequentemente em causa a credibilidade da ciência e da tecnologia. Também a exploração sensacionalista da ciência e da tecnologia através dos meios de comunicação social causa, por vezes, atitudes negativas por parte dos cidadãos relativamente a estas. Contudo, a sociedade também reconhece e premeia descobertas e trabalhos científicos, bem como inovações tecnológicas, que contribuam para a melhoria da qualidade de vida dos cidadãos.



Na perspectiva de Ziman, estas interações entre ciência, tecnologia e sociedade (CTS) são consideradas no âmbito da vertente externa da dimensão sociológica. Para outros autores (e.g., Aikenhead, 2000, 2009), a relação CTS compreende a interação externa entre ciência, tecnologia e sociedade, mas também o funcionamento interno do empreendimento científico, bem como aspetos relacionados com a filosofia e a história da ciência.

A presente investigação, bem como estudos realizados pelo Grupo ESSA no âmbito da construção da ciência (ex., Castro, 2006; Ferreira, 2007a; Ferreira & Moraes, 2014a; Saraiva, 2016), têm subjacente a perspectiva de Ziman (1984, 2000). Neste âmbito, esta conceptualização permite uma análise articulada das várias disciplinas metacientíficas, ao contrário do que acontece com outras conceptualizações, que focam mais uma ou outra vertente da metaciência, deixando de lado importantes aspetos metacientíficos.

### **3. A CONSTRUÇÃO DA CIÊNCIA**

Nesta segunda parte do enquadramento teórico apresenta-se e discute-se o conceito de construção da ciência, a sua importância no âmbito da educação científica e as razões que justificam a sua inclusão no ensino das ciências, sob diferentes perspetivas. Debate-se ainda a forma como a metaciência é contemplada em documentos de política educativa, currículos, e manuais escolares, bem como nas práticas letivas e concepções dos professores, com referência aos contextos nacional e internacional.

#### **3.1. Conceito de construção da ciência**

Neste contexto, torna-se importante começar por se discutir o conceito “construção da ciência”. Na verdade, apesar do consenso relativamente à inclusão do ensino da construção da ciência na educação científica, o mesmo não se pode afirmar relativamente aos aspetos a considerar nesse conceito.

Diversos autores (e.g., Lederman, 1992; Abd-el-Khalick et al., 1998; Abd-El-Khalick & Lederman, 2000b) associaram a construção da ciência à epistemologia da

ciência, enquanto outros (e.g., Ryan & Aikenhead, 1992) a relacionaram com a filosofia e a sociologia da ciência. Abd-El-Khalick e Lederman (2000b) tornaram esse conceito mais amplo, considerando que a construção da ciência engloba assuntos relacionados com a filosofia, a história, a sociologia e a psicologia da ciência. Para Vázquez, Acevedo e Manassero (2004) e Acevedo, Vázquez, Martín, Oliva, Acevedo, Paixão e Manassero (2005), a construção da ciência representa o metac conhecimento sobre a ciência, o qual provém de análises multidisciplinares levadas a cabo por especialistas em história, filosofia e sociologia da ciência. De acordo com estes autores, para o metac conhecimento sobre a ciência, também foram importantes os contributos de alguns cientistas que têm vindo a caracterizar a construção da ciência, fazendo referência aos aspetos que a integram e que, segundo eles, são habitualmente esquecidos nos currículos: o que é a ciência, qual o seu funcionamento interno e externo, como se constrói e desenvolve o conhecimento científico, quais os métodos que utiliza para validar esse conhecimento, quais os valores implicados nas atividades científicas, qual a natureza da comunidade científica, quais os vínculos com a tecnologia, as relações da sociedade com o sistema técnico-científico e vice-versa, os aportes deste para a cultura e para o progresso da sociedade. Acevedo et al. (2005) acrescentam, ainda, citando Vázquez et al. (2004) que “todos estes aspetos constituem *grosso modo* a maior parte do que se conhece por natureza da ciência, entendida em sentido amplo e não exclusivamente reduzida ao sentido epistemológico” (p.123).

Não obstante o carácter geral e a abrangência das caracterizações da construção da ciência que foram surgindo, historiadores, filósofos e sociólogos da ciência, bem como especialistas em educação científica, rapidamente entraram em desacordo quanto a uma definição mais específica do conceito, tal como reconheceram Abd-El-Khalick e Lederman (2000b). Estes autores consideraram que se trata de um desacordo natural, dada a natureza multifacetada e complexa da ciência e, que, além disso, tal como o conhecimento científico, as concepções sobre a natureza da ciência apresentam um carácter provisório e dinâmico, mudando com o desenvolvimento da própria ciência e do pensamento sistemático sobre a sua natureza e trabalhos.

Neste contexto, diversos autores (Abd-el-Khalick et al., 1998; Acevedo et al., 2005; Eflin, Glennan & Reisch, 1999; Lederman, 1992; Manassero, Vázquez & Acevedo, 2004; Mathews, 1998; McComas & Olson, 1998; Osborne et al., 2003; Vázquez et al., 2004) defenderam a necessidade de conseguir um consenso relativamente à definição

dos aspetos da construção da ciência que devem ser tidos em consideração ao nível da educação científica, com vista a levar os alunos a desenvolverem visões apropriadas da ciência. A este propósito, Mathews (1998) sugeriu que se estabelecessem conteúdos relativamente modestos, adaptados ao nível de desenvolvimento intelectual dos alunos e ajustados a um ensino das ciências orientado para a alfabetização científica e tecnológica de todas as pessoas, que facilite a sua participação ativa na sociedade civil. Lederman (1992), baseado nos documentos da reforma educacional levada a cabo nos EUA, bem como nas ideias da generalidade dos filósofos e historiadores da ciência, encontrou um consenso geral acerca dos aspetos a ser contemplados no conceito de construção da ciência, tendo, como referência, a sua adequação ao ensino secundário. Neste sentido, definiu o seguinte conjunto de características: “(a) o conhecimento científico é provisório (em mudança); (b) o conhecimento científico tem uma natureza empírica (baseado e/ou derivado de observações do mundo natural); (c) o conhecimento científico é subjetivo (é impregnado de teoria, tendo sempre uma matriz teórica); (d) o conhecimento científico envolve necessariamente inferências, imaginação e criatividade (envolve a invenção de explanações); (e) o conhecimento científico envolve necessariamente a combinação entre observações e inferências e (f) o conhecimento científico tem uma matriz social e cultural (embebido pelos domínios social e cultural)” (Lederman, 1992, pp. 916-917). Este autor acrescentou ainda a estes um aspeto adicional, que não tinha sido referido nos documentos relativos às reformas no ensino das ciências, mas que estava fortemente relacionado com a compreensão do papel da observação e das inferências na construção do conhecimento científico: as funções das teorias e das leis, bem como as relações que se estabelecem entre estas.

Também McComas e Olson (1998) tentaram conseguir uma definição do conteúdo da construção da ciência adequado ao ensino-aprendizagem da ciência. Para o efeito, na mesma linha de Lederman (1992), procederam a uma análise rigorosa dos mais recentes documentos orientadores relativos à educação científica de vários países, de forma a encontrar pontos de concórdia, bem como outras disciplinas, tais como a história e a filosofia, onde o conceito da construção da ciência também pudesse ser abordado. À semelhança de Lederman (1992), também McComas e Olson (1998) encontraram, nos documentos analisados, um elevado grau de consenso acerca dos elementos da construção da ciência que estes preconizam que devem ser transmitidos aos alunos. No entanto, conforme reconhecem estes autores, itens fundamentais para a

compreensão da construção da ciência por parte dos alunos, tais como a noção de paradigma, a objetividade da ciência e a ideia de que esta tem limitações próprias, não constavam da maior parte dos documentos analisados.

Mais tarde, outros autores, como Lederman et al. (2002) apresentaram alguns aspetos que consideravam essenciais para ensinar a metaciência em vários níveis de escolaridade e que pouco diferem dos apresentados por Lederman (1992): “(1) a natureza empírica da ciência; (2) as leis e teorias científicas; (3) a natureza criativa e imaginativa do conhecimento científico; (4) a natureza do conhecimento científico de base teórica; (5) o conhecimento científico integrado na cultura e na sociedade; (6) o mito do ‘método científico’; e (7) a natureza contingente do conhecimento científico” (pp. 500-502). Recentemente, McComas (2014), com base nas orientações mais recentes do *National Research Council* (2012), apresentou os elementos básicos da “natureza da ciência” que são frequentemente recomendados no ensino das ciências (K-12<sup>2</sup>), conforme ilustrado na Figura 2.3. Para este autor, esses elementos fundamentais organizam-se em três áreas distintas: o “Conhecimento científico em si mesmo”, as “Ferramentas e produtos da ciência” e os “Elementos ‘humanos’ da ciência” (p. 2004).

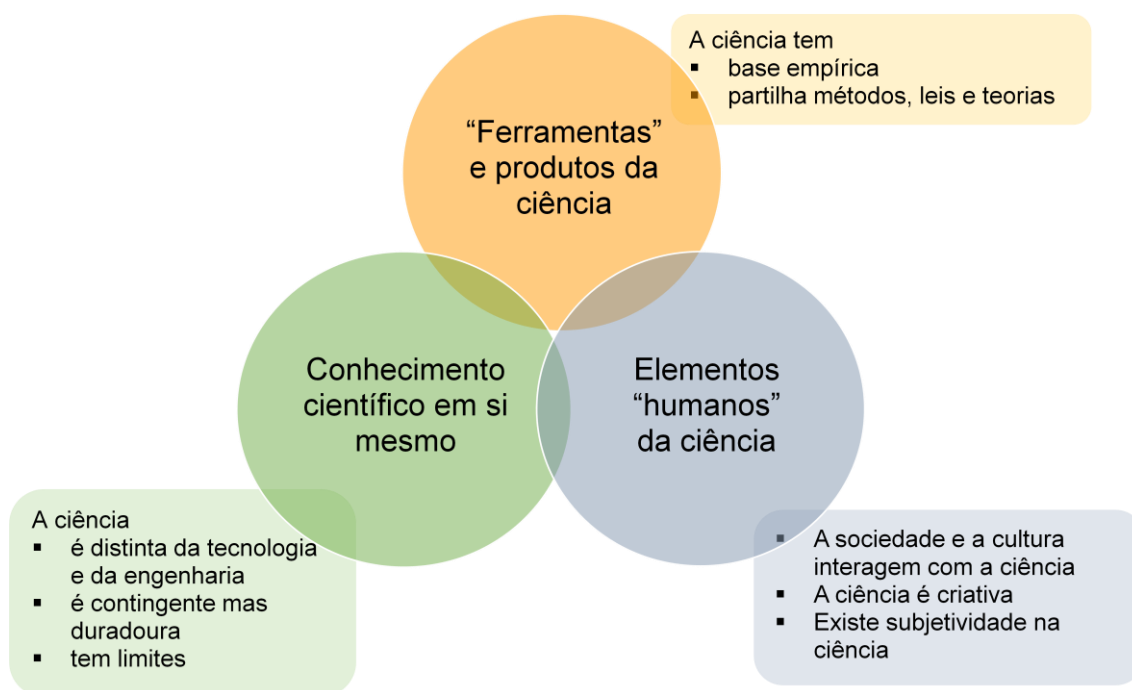


Figura 2.3. Representação de alguns elementos básicos da “natureza da ciência”, organizados em três áreas inter-relacionadas, frequentemente recomendados para abordar na educação científica (adaptado de McComas, 2014).

<sup>2</sup> Designação que engloba todos os níveis de escolaridade, desde a educação pré-escolar (faixa etária dos quatro aos seis anos) ao último ano do ensino secundário (12.º).

Comparando este modelo com as conceptualizações de Lederman (1992) e de Lederman e colaboradores (2002), são encontrados muitos pontos comuns, nomeadamente a contingência (carater provisório e dinâmico) do conhecimento científico, a sua base empírica, a sua subjetividade, o papel das leis e das teorias e o facto de este ter uma forte matriz social e cultural. Já os limites da ciência e a distinção entre tecnologia e engenharia não eram contemplados nas anteriores conceptualizações da construção da ciência. Assinala-se, no entanto, que estes são aspetos de grande pertinência no contexto atual de evolução científica e tecnológica, tal como reconhecido nas orientações do *National Research Council* (NRC, 2012), que dão grande relevo ao papel da engenharia na sociedade atual. É assim natural que as contingências próprias da evolução da própria ciência e da tecnologia, bem como da forma como estas se relacionam na atualidade, com elevado destaque para o papel da engenharia, se reflitam no conceito de metaciência. Efetivamente, este conceito irá sempre ser sujeito a alterações, o que se deve ao facto de que, tal como a própria ciência, ter um caráter provisório e dinâmico, o que implica que vá sendo sempre sendo sempre reformulado à medida que a ciência evolui (Abd-El-Khalick, 2012).

### **3.2. Importância da construção da ciência na educação científica**

A “natureza da ciência” é globalmente considerada como parte integrante da literacia científica<sup>3</sup> (e.g., Allchin, 2014; Clough, Olson & Niederhauser, 2013; Rebola, 2015; Reis, 2008), sendo explicitamente citada em muitas normas internacionais relativas ao ensino das ciências (e.g., NGSS, 2013; NRC, 2012). Devido a esta relação íntima entre a construção da ciência e a literacia científica, a necessidade de desenvolver uma compreensão adequada da natureza da ciência constitui uma convicção a nível mundial no âmbito da educação em ciências (Liang et al., 2009; McComas & Olson, 1998; Martin, Gregory & Stemler, 2000). Um cidadão cientificamente literato deve compreender o que é a ciência, como funciona, as suas limitações, a distinção entre ciência e tecnologia e o modo como se relacionam e como a ciência influencia e é

---

<sup>3</sup> O termo literacia científica foi provavelmente utilizado pela primeira vez em 1952 pelo Presidente da Universidade de Harvard, James Bryant Conant, no prefácio do livro *General Education in Science* (Cohen & Watson, 1952, referidos por Kemp, 2000) e introduzido por Hurd (1998) como um dos principais temas da educação em ciência (Bybee, 1997; Hurd, 1998; Rebola, 2015) através de uma publicação intitulada *Science Literacy: its Meaning for American Schools* (Hurd, 1958).

influenciada pela sociedade (Clough et al., 2013). Estes são aspetos característicos da construção da ciência, cuja compreensão constitui um dos requisitos da literacia científica, considerada por Roberts (2011, p. 13) “uma espécie de ícone da educação científica”.

Tal como o conceito de “natureza da ciência”, também o conceito de literacia científica tem sido definido de diversas formas. Com o objetivo de encontrar um denominador comum a todas elas, Bisanz, Bizanz, Korpan e Zimmerman (1996), citados por Reis (2006), procederam à análise da literatura tendo encontrado três elementos comuns: (a) a familiaridade com factos, conceitos e processos científicos; (b) o conhecimento de métodos e de procedimentos de investigação científica; (c) a compreensão do papel da ciência e da tecnologia na sociedade. Estes elementos correspondem a diferentes aspetos da construção da ciência, vista nas suas várias dimensões. Por “processos científicos” pode entender-se a globalidade do processo de construção do conhecimento científico, englobando todos os fatores que o condicionam. Já os “métodos e procedimentos de investigação científica” dizem claramente respeito às metodologias da ciência e o “papel da ciência e da tecnologia na sociedade” corresponde à sociologia externa da ciência, no âmbito da qual são consideradas as relações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade.

A literacia científica está presente nas atuais discussões e documentos curriculares de inúmeros países (incluindo Portugal), bem como nas orientações de importantes organizações internacionais (e.g., OCDE e UNESCO) nas últimas décadas (Rebola, 2015). De facto, vários países introduziram reformas educativas que contemplam a literacia científica e tecnológica como uma das suas principais finalidades (Roberts, 2007). Em todos esses documentos de reforma da educação científica defende-se que a promoção da literacia científica exige a atenção para a “natureza da ciência” (Clough et al., 2013).

Para Driver, Leach, Millar e Scott (1996), corroborados por Lederman (2007), os argumentos fundamentais que justificavam a valorização da “natureza da ciência” eram de cariz utilitário, democrático, cultural, moral e didático. Para estes autores, a compreensão da “natureza da ciência” era importante (a) para dar sentido à ciência e para lidar com os objetos e processos tecnológicos na vida do quotidiano – argumento utilitário; (b) para influenciar os decisores de matérias de carácter sociocientífico – argumento democrático; c) para valorizar a ciência enquanto parte da cultura

contemporânea – argumento cultural; d) para compreender as normas da comunidade científica que acautelam compromissos morais valorizados pela sociedade – argumento moral; e) para melhorar a aprendizagem das ciências – argumento didático. Para Lederman (2007), estes argumentos que justificam a valorização da “natureza da ciência” no ensino das ciências eram ainda essencialmente intuitivos e pouco empíricos, bem como toda a investigação que foi realizada nesse domínio, havendo ainda muito para fazer nesse campo, pelo que esta temática continuava a ser uma prioridade para a investigação no domínio da educação científica.

Os argumentos utilitário, democrático, cultural e moral, referidos por estes autores, traduzem uma preocupação com a necessidade de preparar indivíduos para intervirem, de forma informada, nas questões de cariz científico que se colocam à sociedade. De facto, tal como defendem diversos autores (e.g., Galvão et al., 2011; Reis & Galvão, 2004), a compreensão da natureza da ciência é essencial para preparar os alunos para participarem em processos de tomada de decisão, numa perspetiva de sociedade democrática e para tomarem decisões relativamente a questões de natureza científica que têm impacto direto na sua vida.

Neste contexto, ganham sentido as seguintes palavras de Duschl e Grandy (2013):

O principal argumento para a integração curricular da natureza da ciência decorre do seu potencial para desenvolver práticas epistemológicas, cognitivas e sociais essenciais, que os cientistas e os alunos de ciências usam quando (1) desenvolvem e avaliam evidências científicas, explicações e conhecimentos e (2) criticam e comunicam ideias e informações científicas; promovendo, assim, a literacia científica. (p. 2019)

A nível europeu, a literacia científica tem vindo a ser objeto de um interesse acrescido durante as últimas décadas (Calado et al., 2015) e a ser encarada como um importante objetivo estratégico numa Europa que tem necessidade de competir com grandes potências (e.g., China, Índia) em termos de desenvolvimento. Por um lado, o declínio de carreiras científicas na europa (e.g., Portugal, França, Alemanha e Holanda) apela à necessidade de atrair a atenção de mais jovens para as matérias científicas (Osborne & Dillon, 2008). Para o efeito, a Comissão Europeia (2004) tem vindo a colocar aos estados membros o desafio de inovar os currículos, as salas de aula e os materiais educativos, de forma a tornar as carreiras científicas mais populares e atrativas para os jovens (Rocard, 2007). Por outro lado, na senda das recomendações oriundas de diversas organizações educacionais e da investigação realizada no âmbito da educação científica, as instituições europeias ligadas à educação têm vindo a apostar na promoção

de um ensino das ciências que prepare os jovens para uma participação informada relativamente às questões técnico-científicas que se colocam à sociedade atual de forma cada vez mais premente (Calado et al., 2015). Neste contexto, a compreensão do processo de construção da ciência, como parte integrante da literacia científica e requisito fundamental para a compreensão do papel da ciência no mundo atual, assume particular atualidade e pertinência. Os cidadãos cientificamente literatos, para além de compreenderem os conceitos científicos, devem, pelo menos superficialmente, compreender as atividades científicas e tecnológicas, quais os fatores que as influenciam e qual o seu impacto na sociedade e no ambiente.

O argumento didático mencionado por Driver et al. (1996), de acordo com o qual compreender a construção da ciência melhora a aprendizagem das ciências, é menos referido na literatura do que os argumentos que se prendem com o exercício da cidadania. Contudo, é importante ter em consideração que implicar os alunos na (re) construção do conhecimento científico, favorece o desenvolvimento de aprendizagens significativas<sup>4</sup> (Gil-Pérez, 2002). Os alunos não apreendem a realidade diretamente, mas sim a partir das representações desta que constroem na sua mente, pelo que se pode dizer que operam cognitivamente com modelos mentais, segundo Moreira et al., (2002). Estes autores consideram, ainda, que as teorias científicas, na medida em que são estruturas representacionais (modelos conceptuais), criadas pelos cientistas para descreverem “determinados estados de coisas em um mundo ‘ideal’ (no sentido de que não se refere a uma realidade concreta, embora se possa aplicar a ela) serão representadas, recriadas internamente por quem as compreende” (p. 38). Desde esta perspetiva, aprender ciências significativamente implica ser capaz de recriar essas teorias em sistemas de representação internos de conceitos que se relacionam entre si (modelos mentais). O ensino da metaciência, ao permitir que os alunos relacionem os produtos da ciência com os processos que estiveram na sua origem, poderá constituir um valioso contributo para a integração de conceitos que conduz ao desenvolvimento de aprendizagens significativas.

---

<sup>4</sup> Para Ausubel (1963), “a aprendizagem significativa é o mecanismo humano, por excelência, para adquirir e armazenar a vasta quantidade de ideias e informações representadas em qualquer campo de conhecimento” (p. 58). Novas ideias, conceitos, proposições, podem ser aprendidos significativamente (e retidos) na medida em que outras ideias, conceitos, proposições, especificamente relevantes e inclusivos estejam adequadamente claros e disponíveis na estrutura cognitiva do sujeito e funcionem como pontos de “ancoragem” aos primeiros (Moreira et. al, 1997, p.20). Mais tarde, com a contribuição de Joseph Novak (1991), a teoria da aprendizagem significativa modificou o foco do ensino do modelo estímulo→ resposta→ reforço positivo para o modelo aprendizagem significativa→ mudança conceptual→ construtivismo.



Ainda a este propósito é importante ter em consideração a seguinte reflexão de Moreira et al. (2002):

Embora seja necessário que os alunos aprendam explicitamente a modelar, a modelagem que se lhes deve ensinar ou exigir não pode ser idêntica à modelagem feita pelos cientistas. Ou seja, quando os cientistas modelam, fazem-no para criar, gerar novas teorias, descrever e explicar novos fenómenos. Dos alunos não se espera que façam o mesmo, mas que sejam capazes de compreender os modelos conceptuais, ou seja, que sejam capazes de construir modelos mentais cujos resultados -- explicações e predições -- sejam consistentes com os modelos conceptuais. Por tanto, deve-se ensiná-los a modelar? Sim. Como os cientistas? Mais ou menos. (p.52)

A ideia defendida por Moreira et al., (2002) e também por muitos outros autores é de que nas aulas de ciências não se espera que os alunos façam ciência, mas sim que aprendam como esta se constrói. Se entenderem como os cientistas constroem os modelos conceptuais, terão mais facilidade em construir as suas próprias representações desses modelos, podendo, assim, ser mais bem sucedidos nas suas aprendizagens científicas.

A inclusão da natureza da ciência no ensino das ciências envolve dois tipos de abordagem, uma implícita e outra explícita. A abordagem implícita preconiza que as visões da natureza da ciência sejam promovidas mediante o desenvolvimento de competências de ordem instrucional, no âmbito de atividades de exploração dos conteúdos programáticos, sem que haja uma referência explícita à natureza da ciência (Abd-El-Khalick & Lederman, 2000b). A abordagem explícita visa uma exploração assumida dos diferentes aspetos da natureza da ciência e tem vindo a ser apontada por diversos investigadores (Abd-El-Khalick & Lederman, 2000b; Khishfe & Abd-El-Khalick, 2002; Lederman, 2007) como mais eficaz no desenvolvimento da compreensão da natureza da ciência por parte dos alunos. Por exemplo, na perspetiva de autores tais como Lederman, Lederman, Kim e Ko (2012), a natureza da ciência deve ser explicitamente ensinada no contexto de atividades de sala de aula, nomeadamente as de inquérito científico, devendo ficar bem explícito para os alunos o contexto no qual o conhecimento científico é desenvolvido e validado. No entanto, diversos estudos têm vindo a revelar que os professores não possuem nem os conhecimentos, nem as competências necessários para ensinar a natureza da ciência (Hanuscin, Lee & Akerson, 2011; Cofré, Vergara, Lederman, Lederman, Santibáñez, Jiménez & Yankovic, 2014). É assim importante que os vários aspetos da metaciência a ensinar, bem como exemplos concretos de atividades e de estratégias de ensino-aprendizagem que promovam a sua

aprendizagem, sejam facultados aos docentes (Lederman, 2007; Aydin, Savier & Uysal, 2013; Hipkins, 2012). Neste contexto, muitos investigadores (e.g., Hanuscin et al., 2011; Schwartz et al., 2004; McComas, 2003; Ryder, Leach & Driver, 1999; Sadler et al., 2004) têm vindo a fazer recomendações no sentido de tornar explícita a natureza da ciência nos cursos de formação de docentes, nos programas curriculares, nas práticas pedagógicas e nos materiais didáticos, tais como manuais escolares. Essa explicitação é fundamental para garantir que os professores ensinam a natureza da ciência (Lederman, 2007). No entanto, não obstante as recomendações feitas na literatura, a abordagem implícita tem vindo a ser frequentemente utilizada (Aydin & Tortumlu, 2015). Assim o constataram, por exemplo, Aydin e Tortumlu (2015) e Sardag, Aydin, Kalender, Tortumlu, Ciftci e Perihanoglu (2014), quando analisaram a natureza da ciência em manuais escolares e documentos curriculares do ensino secundário na Turquia. Também em Portugal, diversos estudos vieram denunciar uma baixa explicitação da metaciência em currículos da área das ciências do ensino básico (Ferreira, 2007a; Ferreira & Morais, 2014a) e do ensino secundário (Castro, 2006). De facto, atendendo a que abordagens implícitas da natureza da ciência nos documentos curriculares podem implicar uma integração implícita nos respetivos manuais escolares, é importante que todos os aspetos da natureza da ciência sejam integrados nos currículos e nos manuais de uma forma explícita e acompanhados de sugestões concretas para o efeito (Aydin & Tortumlu, 2015; Sardag et al., 2014; Hipkins, 2012).

Para além da explicitação da metaciência, é também fundamental ter em consideração a avaliação dos conteúdos com ela relacionados. Tal como defendem numerosos autores, nomeadamente DiGiuseppe (2014, p. 1079), a construção da ciência deve ser tratada como um “conteúdo (não apenas como um contexto)”, destinado a ser “aprendido pelos alunos e avaliado pelos professores”. Há que ter em consideração que os conteúdos contemplados na avaliação constituem uma importante referência para os alunos relativamente ao que é importante aprender. Também para os professores, os conteúdos que os programas curriculares preconizam que sejam avaliados e, sobretudo, os que são avaliados nos exames nacionais, constituem um importante indicador relativamente ao que enfatizam nas suas práticas. No entanto, tal como diagnosticado por diversos investigadores (e.g., Akerson & Abd-El-Khalick, 2003; Bartholomew, Osborne & Ratcliffe, 2004; Hanuscin et al., 2011; Schwartz & Lederman, 2002), os professores não

têm os conhecimentos e as competências necessários para avaliar conteúdos metacientíficos.

Torna-se assim fundamental proporcionar-lhes o acesso a estratégias de avaliação da natureza da ciência (Appleton, 2006; Hanuscin et al., 2011).

Para além desta perspetiva que preconiza a construção da ciência como um conteúdo a ser explicitamente ensinado e avaliado, existe outra, defendida por autores como Duschl e Grandy (2013), de acordo com a qual a construção da ciência não deve ser abordada enquanto um conjunto de conteúdos a transmitir-adquirir-avaliar, mas sim apenas enquanto estratégia de ensino-aprendizagem. Segundo estes autores, a abordagem da natureza da ciência deve ser feita levando os alunos a experienciar formas de trabalho próprias da construção do conhecimento científico, assumindo explicitamente que estas são formas de trabalho próprias da construção da ciência. Assim, os alunos devem ser envolvidos em atividades próprias dos cientistas, tais como desenvolvimento e avaliação de provas científicas, de explicações e de conhecimentos, bem como a crítica e a comunicação de ideias e informações científicas. Para Duschl e Grandy (2013), esta forma de abordagem da natureza da ciência é mais eficaz porque promove o desenvolvimento das “práticas epistémicas, cognitivas e sociais” que os cientistas usam na construção do conhecimento científico, proporcionando aos alunos uma imagem mais fidedigna de ciência. Em todo o caso, entende-se que desenvolver atividades investigativas sem uma reflexão consistente acerca da sua relação com o processo de construção da ciência, a qual implica, necessariamente, a referência aos conhecimentos e capacidades a desenvolver e avaliar nesse âmbito, pode comprometer a explicitação pretendida para a metaciência no ensino das ciências. Aliás, diversos autores (e.g., Abd-El-Khalick, 2012; Clough, 2011; Lederman, 2004; Niaz, 2009) são críticos relativamente a esta perspetiva de abordagem da natureza da ciência apenas enquanto estratégia de ensino-aprendizagem, considerando-a pouco adequada. Estes sustentam que colocar os alunos a “fazer ciência” é infrutífero e prejudicial para o ensino da natureza da ciência, devendo esta ser considerada como um conjunto de conteúdos a transmitir-adquirir, que devem ser apresentados de forma explícita no contexto de atividades investigativas de natureza diversa e avaliados.

A presente investigação tem subjacente a ideia de que a construção da ciência deve assumir, explicitamente, o estatuto de conteúdos (conhecimentos e capacidades) a ser transmitidos-adquiridos e avaliados. Nesta perspetiva, preconiza-se que os alunos

vivenciem situações de aprendizagem que lhes permitam compreender os contextos de trabalho dos cientistas. Poderão assim ser envolvidos em atividades investigativas de natureza prática/experimental, de comunicação e debate de resultados e de divulgação científica, ou outras que lhes permitam compreender a dinâmica dos contextos em que se processa a construção da ciência. A relação entre esse tipo de atividades e a natureza da ciência deve ficar bem explícita, bem como os conhecimentos e capacidades metacientíficos a desenvolver nesse âmbito. Parte-se do princípio de que os conhecimentos metacientíficos devem ser transmitidos-adquiridos em articulação com os conhecimentos científicos e que se deve promover o desenvolvimento, por parte dos alunos, de capacidades relacionadas com os processos da ciência. Por conseguinte, é também fundamental que os documentos curriculares e os manuais escolares contemplem orientações explícitas relativamente ao ensino da construção da ciência, ao nível dos conteúdos, das propostas de atividades de ensino-aprendizagem, das sugestões metodológicas e das indicações relativas à avaliação. Estes foram assim, no âmbito do presente estudo, os aspetos tidos como referenciais para a caracterização dos aspetos da construção da ciência ao nível do programa de Biologia e Geologia do 10.º ano e dos dois manuais dessa disciplina.

### **3.3. A construção da ciência no currículo**

Especialistas em educação científica de todo o mundo estão de acordo sobre a importância do desenvolvimento e implementação de currículos de ciências que promovam a compreensão do processo de construção da ciência (e.g., McComas & Olson, 1998; Martin et al., 2000; Taber, 2008). Esta é aliás uma preocupação que aparece espelhada em quase todos os documentos-chave de política educativa um pouco por todo o mundo e que tem vindo a ser defendida por diversas organizações internacionais (ex., AAAS, 1989, 1993; NRC, 1996, 2012; OECD, 2009) como um dos objetivos da educação científica. A compreensão da natureza da ciência depende dos contributos de cientistas, de filósofos e de historiadores, tal como sustenta Matthews (2009), acrescentando, ainda, que a transposição deste objetivo para o currículo e para o contexto das salas de aula requer a perícia de educadores e de teóricos da aprendizagem. Neste sentido, a construção da ciência tem vindo a ser contemplada em documentos curriculares em vários países já desde há várias décadas.

Em 1984, foi publicado pelo “Science Council do Canadá”, um relatório intitulado “Science for Every Student”, resultado de um estudo efetuado ao longo de quatro anos sobre o currículo de ciências em cada província do Canadá. Com este estudo, pretendia-se identificar eventuais problemas e aspetos mais conseguidos, bem como desenvolver um conjunto de recomendações relativas ao ensino das ciências. Essas recomendações conferiram à compreensão da construção da ciência por parte dos alunos um estatuto especial, enquanto objetivo a atingir na educação científica dos jovens. Nos EUA, o Projeto 2061, fundado em 1985 pela “American Association for the Advancement of Science” (AAAS), com o objetivo de desenvolver a literacia dos americanos nas áreas das ciências, da matemática e da tecnologia, deu origem a uma série de recomendações, constantes do documento “Science for all Americans” (1985), que, na área das ciências, atribuem um enfoque especial à construção da ciência, visando promover a sua compreensão por parte dos cidadãos em geral. Mais tarde, em 1993, surgiram as “Benchmarks for Science Literacy” (1993), documento que contempla as recomendações que emanam do Projeto 2061 relativamente ao ensino das ciências, integrando também indicações relativas à inclusão da construção da ciência no ensino das ciências. Nos EUA, muitas das orientações curriculares atuais têm subjacentes os princípios que constam deste documento.

Ainda nos EUA, nos seus postulados acerca da “natureza da ciência”, a *National Science Teachers Association (Beyond 2000)* recomenda que a ciência, junto com os seus métodos, explanações e generalizações, seja o único foco de instrução nas aulas de ciências. A sua posição relativamente ao que os professores e os alunos devem saber inclui os seguintes princípios: (1) o conhecimento científico é credível e provisório (sujeito a alterações em face de novas evidências ou de reconceptualizações das primeiras evidências; (2) não existe um único método científico, mas há características comuns aos vários tipos de abordagens à ciência, tais como as explanações científicas serem suportadas por evidências empíricas, que são testáveis; (3) a criatividade desempenha um papel fundamental no desenvolvimento do conhecimento científico; (4) existe uma relação entre as teorias e as inferências; (5) existe uma relação entre as observações e as inferências (6) apesar de a ciência se esforçar por conseguir a objetividade, existe sempre um elemento de subjetividade no desenvolvimento do conhecimento científico; (7) o contexto cultural e social também desempenham um papel importante no desenvolvimento do conhecimento científico.

Segundo Matthews (1998), na Europa, sobretudo no Reino Unido, mas também na Dinamarca e em Espanha, foi dada uma importância muito significativa à compreensão da construção da ciência por parte dos estudantes. Para assinalar este facto, Matthews (1998) fez referência ao *National Curriculum for England and Wales*, que contém uma secção dedicada à construção da ciência, incluindo a história da ciência.

Em Portugal, também constituiu preocupação do Ministério da Educação contemplar a construção da ciência nos programas da área das ciências que entraram em vigor na sequência do processo de revisão curricular dos ensinos básico e secundário, que foi anunciado pelo Ministério da Educação em 2001<sup>5</sup>. Na verdade, tanto ao nível do ensino básico como do ensino secundário, eram preconizadas, nos programas da área das ciências, aprendizagens relativas à construção da ciência. No que diz respeito à área das ciências, o então Departamento do Ensino Secundário (DES) preconizava desenvolver uma forma de ensinar e aprender ciência que deveria ter em consideração o processo de construção da ciência (Pedrosa, 2000). O programa de Biologia e Geologia atualmente em vigor, que constitui objeto de análise na presente investigação, foi elaborado nesse contexto.

Mais recentemente, nos EUA, os *Next Generation Science Standards* (NGSS, 2013) contemplam a natureza da ciência, defendendo que “os alunos devem desenvolver uma compreensão do empreendimento da ciência como um todo” (Apêndice H) e apresentando os seguintes conhecimentos básicos da natureza da ciência que devem ser considerados no K-12:

[...] as investigações científicas usam uma variedade de métodos; o conhecimento científico baseia-se em evidências empíricas; o conhecimento científico está aberto a revisão em função do aparecimento de novas evidências; modelos científicos, leis, mecanismos e teorias explicam fenómenos naturais; a ciência é uma forma de pensamento; o conhecimento científico assume que existe uma ordem e uma consistência nos sistemas naturais; a ciência é um esforço humano; a ciência ocupa-se de questões relacionadas com o mundo natural e com o mundo material. (Apêndice H)

Assinala-se que este conjunto de conhecimentos definidos nos *Next Generation Science Standards* (NGSS, 2013) contemplam aspetos da construção da ciência que se

---

<sup>5</sup> Este processo de revisão curricular foi implementado no ensino básico (Decreto-Lei nº 6/2001), mas, no ensino secundário (Decreto-Lei nº 7/2001) não chegou a ser implementado, tendo sido suspenso em abril de 2002, quando, em sequência das eleições legislativas de Março desse mesmo ano, entrou em funções um novo governo. Contudo, os programas das disciplinas concebidos no âmbito dessa revisão curricular, cujo processo de elaboração se iniciara em 1999, foram implementados.

relacionam, na sua maioria, com a dimensão filosófica da ciência. Há uma pequena referência à dimensão psicológica, quando é referido que “a ciência é um esforço humano” (ver extrato de texto acima), mas são omissas, a este nível, as dimensões histórica e social da ciência.

Por conseguinte, diversos países passaram a incluir, de forma explícita, conteúdos relativos à construção da ciência nos seus currículos de ciências (McComas & Olson, 1998) enquanto que outros o fizeram de forma mais ou menos implícita (Acevedo et al, 2005). Não obstante todas as recomendações e investigação realizadas, os professores continuam a manifestar dificuldades na implementação da construção da ciência em contexto de sala de aula. A este propósito Rudolph (2000) sustentou o seguinte:

Apelar a uma maior atenção à natureza da ciência de uma forma vaga própria destes documentos gerais de natureza política é uma tarefa relativamente fácil. Mais problemático, no entanto, é implementar tais prescrições abstratas na sala de aula. (p. 403)

Neste contexto, inúmeros debates e estudos têm vindo a ser desenvolvidos em torno da inclusão da construção da ciência no currículo, contemplando uma grande diversidade de sugestões de abordagem desta temática na educação científica. Mas a verdade é que todos os esforços que têm vindo a ser feitos no sentido de levar os professores a implementar a construção da ciência ao nível das suas práticas letivas de forma eficaz não têm sido bem sucedidos, tal como reconhecido por diversos investigadores (e.g., Rudolph, 2000; Lederman, 2007; Taber, 2008). Uma das razões apontadas por muitos autores para este problema prende-se com o baixo grau de explicitação dos conteúdos e aprendizagens relativos à construção da ciência que são contemplados nos programas curriculares das várias disciplinas científicas. Muitos autores (e.g., Aydin & Tortumlu, 2015; DiGiuseppe, 2014; Lederman, 2007; McComas, 2003; Sadler et al., 2004; Sardag et al., 2014; Schwartz et al., 2004; Taber, 2008) têm vindo a chamar a atenção para o facto de que, sendo a inclusão da construção da ciência nos currículos de ciências um objetivo assumido e deliberado, é necessário que esses conteúdos surjam de forma explícita nos documentos curriculares e também nos materiais didáticos. Taber (2008) sugeriu mesmo que fossem desenvolvidos “modelos curriculares” relativos à abordagem da construção da ciência nas suas práticas letivas, uma vez que se tornava necessário que os professores, enquanto agentes que implementam o currículo em contexto de sala de aula, tivessem acesso a uma

explicitação das suposições, crenças e princípios relativos à construção da ciência que são subjacentes aos currículos. Akerson et al. (2007) defenderam mesmo que os currículos de ciências deviam contemplar sugestões concretas para a inclusão da construção da ciência no âmbito dos conteúdos científicos. Estes autores, num estudo focado em currículos de ciências, mostraram que estes não apresentavam sugestões para a integração da construção da ciência nos conteúdos científicos, ficando os professores sem o apoio necessário para conseguirem contemplar essa integração nas suas práticas pedagógicas. Também Hipkins (2012) apelou à necessidade de produzir materiais pedagógicos que ilustrem, de forma clara, as intenções dos currículos relativamente à construção da ciência, por forma a constituírem oportunidades sustentadas de formação para os professores. Para esta autora, que analisou as reformas curriculares que ocorreram na Nova Zelândia ao longo de duas décadas, focando-se na área das ciências, para a implementação da construção da ciência na educação científica, é fundamental que os professores tenham o devido apoio em termos de formação.

A este propósito, destaca-se o estudo de Silva e Sequeira (2006) centrado nos currículos de ciências do contexto educativo português. Estes autores concluíram que nos programas de Biologia e Geologia dos 10.º e 11.º anos de escolaridade a construção da ciência “dilui-se no seio de toda a informação e torna-se pouco visível” (p. 23). Esta preocupação foi também evidenciada por Hipkins et al. (2005) quando focaram a falta de explicitação do currículo de ciências da Nova Zelândia, quanto ao processo de construção da ciência.

Que aspetos da construção da ciência devem ser abordados nos currículos é outra das questões cruciais que têm vindo a ser debatidas relativamente à inclusão desta temática na educação científica. Dada a complexidade do processo de construção da ciência, é preferível tratá-lo como se compreendesse várias dimensões (Harrison, Seraphin, Philippoff, Vallin & Brandon, 2015; Neumann, Neumann & Nehm, 2011).

A abordagem da construção da ciência nos currículos tem vindo a ser feita em diferentes perspetivas como mostram alguns estudos. Diversos estudos internacionais, tais como por exemplo McComas e Olson (1998), analisaram a presença da construção da ciência em documentos curriculares de âmbito geral (*Standards*) e em currículos de ciências do ensino secundário oriundos de vários países (Estados Unidos da América, Reino Unido, Austrália, Canadá e Nova Zelândia), tendo verificado que os aspetos mais enfatizados diziam respeito às metodologias e à história da ciência. Nos currículos de



ciências suecos e finlandeses, de acordo com um estudo realizado por Vesterinen et al. (2009) a maior ênfase é colocada na dimensão metodológica/investigativa da ciência, faltando alguns dos aspetos importantes da natureza da ciência.

Estudos sobre a natureza da ciência nos currículos das disciplinas da área científica no sistema educativo português (Silva & Sequeira, 2006) evidenciaram que os aspetos metacientíficos mais valorizados são os que se relacionam com a provisionalidade do conhecimento científico (dimensão filosófica) e a sua contextualização numa dada época (dimensão histórica). Outros estudos (e.g., Calado & Neves, 2012; Calado, 2007; Ferreira, 2007a) focados nos documentos curriculares de ciências do 3.º ciclo do ensino básico, “Orientações curriculares” e “Competências essenciais”, revelaram que, das dimensões da construção da ciência de Ziman (1984)<sup>6</sup>, nas temáticas da “Sustentabilidade da Terra” e “Viver Melhor na Terra”, a mais enfatizada era a sociologia externa da ciência, logo seguida da metodologia da ciência. A sociologia interna e a história da ciência tinham um estatuto menor e a influência das características psicológicas dos cientistas na construção da ciência foi mesmo quase ignorada ao nível deste currículo de ciências. Para além disso, Calado (2007) concluiu, relativamente à temática “Viver Melhor na Terra”, que o currículo de ciências preconizava, para a sociologia externa da ciência, aprendizagens com um maior grau de conceptualização quando comparado com o grau das restantes dimensões. Verifica-se assim que, tanto a nível nacional como internacional, as relações que se estabelecem no seio da comunidade científica (dimensão sociológica interna) e as características psicológicas dos cientistas (dimensão psicológica), enquanto fatores que influenciam o processo de construção do conhecimento científico, são quase omissas ao nível dos currículos de ciências.

Outra das preocupações relativa à inclusão da construção da ciência nos currículos da área das ciências tem a ver com as orientações relativas à avaliação de aprendizagens que são contempladas nesses documentos. Vários autores (Schwartz & Lederman, 2002) têm vindo a apontar a importância de promover a avaliação das aprendizagens dos alunos no âmbito da construção da ciência. Por exemplo, Cachapuz, Praia e Jorge (2004), referem que um dos pontos críticos do ensino das ciências, é o facto de se subvalorizar o desenvolvimento de competências e de atitudes científicas

---

<sup>6</sup> De acordo com Ziman (1984), a ciência engloba as dimensões filosófica, histórica, psicológica, sociológica interna e sociológica externa.

(relativas ao processo de construção da ciência), ignorando muitas delas, ao nível da avaliação, “em prol de um corpo de conhecimentos” (p.379). Torna-se necessário criar avaliações viáveis, válidas e confiáveis relativas à construção da ciência, como forma de incentivar os professores a implementar de forma precisa e consistente o desenvolvimento de aprendizagens nesse âmbito (Clough & Olson, 2008). Para além disso, há ainda a considerar que, tal como afirmam Hanuscin et al. (2011), os professores não possuem o conhecimento e as competências necessárias para a avaliação de aprendizagens no âmbito da construção da ciência, sendo importante que lhes seja proporcionado o acesso a estratégias de avaliação nesse domínio. Neste contexto, considerou-se relevante, nesta investigação, a análise de conteúdos relacionados com a construção da ciência que estão presentes no programa de Biologia e Geologia do 10º ano ao nível de diversos indicadores, nomeadamente a avaliação.

### **3.4. A construção da ciência nos manuais escolares**

Numerosos estudos, quer a nível nacional, quer a nível internacional, têm vindo a denunciar problemas relativamente à forma como a construção da ciência é contemplada nos manuais escolares, considerando que muitos destes proporcionam uma imagem pouco fidedigna da ciência. De acordo com Campos e Cachapuz (1997, p. 24) “frequentemente, os livros didáticos apresentam uma ciência descontextualizada, separada da sociedade e da vida quotidiana, e concebem o método científico como um conjunto de regras fixas para encontrar a verdade”. Silva (2007) e Pereira e Amador (2007)<sup>7</sup>, em estudos focados na imagética da ciência veiculada pelos manuais escolares portugueses, referem que estes não cumprem as exigências perspectivadas nos programas curriculares, veiculando, frequentemente, imagens da ciência pouco fidedignas, muito diferentes das perfilhadas por estes. Também Figueiredo (2013), numa investigação que incidiu em manuais escolares de Físico-Química e de Ciências Naturais, do 8.º ano de escolaridade, com a finalidade de compreender que discurso é veiculado pelos dois manuais escolares em relação à natureza da ciência, entre outros aspetos, verificou que nestes a ciência surge associada a imagéticas tradicionais e imperam “discursos hegemónicos de uma ciência positivista” (p.77).

---

<sup>7</sup> A Professora Doutora Filomena Amador foi a coordenadora da equipa de autores da componente de Geologia do programa de Biologia e Geologia dos 10.º e 11.º anos.

A nível internacional, os manuais escolares de ciências também têm vindo a ser criticados em diversos estudos (e.g., Abd-El-Khalick et al., 2008; DiGiuseppe, 2014; McComas, 2000, 2003; Stansfield, 2006) por promulgarem mitos e imagens equivocadas acerca da natureza da ciência, ou seja, acerca da forma como o conhecimento científico é gerado, validado e reconhecido pela sociedade como legítimo. Por exemplo, estudos centrados em manuais escolares de ciências na Tailândia e na Turquia (e.g., Chaisri & Thathong, 2014; Irez, 2008) mostram que, nestes, a ciência é geralmente retratada como uma coleção de factos e não como um processo dinâmico de gerar e testar explicações alternativas acerca da natureza. Outros estudos também centrados na natureza da ciência (e.g., Blachowicz, 2009; Chiappetta et al., 1991), têm vindo a denunciar uma visão de ciência empiricista e indutivista ao nível dos manuais escolares, em que esta é apresentada como um corpo de conhecimentos construídos de forma linear. Outra das críticas corresponde ao facto de estes se focarem nos “produtos da ciência” - uma miríade de conceitos, teorias, princípios e leis – omitindo a riqueza e diversidade dos processos que estão na origem desses produtos (Bensaude-Vincent, 2006; Phillips & Chiappetta, 2007). Finley (1994) sustenta mesmo que as dificuldades de aprendizagem sentidas pelos alunos quando utilizam o manual escolar deve-se ao facto de estes não incluírem o raciocínio que sustenta as convicções científicas, ficando os estudantes privados do contexto adequado para tirar sentido das ideias fundamentais e se aperceberem da sua validade e utilidade. Hipkins (2012), num estudo que incidiu em manuais escolares de ciências da Nova Zelândia, encontrou algumas referências à construção da ciência nos materiais de apoio a esses manuais, que refletem visões equivocadas da ciência, facilmente identificáveis pelos investigadores, mas que passam despercebidas para os professores. Um dos exemplos diz respeito ao facto de, nesses materiais, se considerarem os processos da ciência e a natureza da ciência como assuntos diferentes, ainda que relacionados. Vesterinen, Aksela e Lavonen (2013) analisaram manuais escolares de Química finlandeses e suecos, tendo denunciado a pequena ênfase que é dada à ciência enquanto forma de pensamento, bem como a omissão de diversos aspetos importantes que condicionam a construção da ciência.

Já Chiappetta e Fillman (2007), numa análise que abrangeu cinco manuais escolares de Biologia do ensino secundário nos EUA, relativamente à inclusão de quatro

aspectos da natureza da ciência<sup>8</sup>,concluíram que estes contemplam de forma mais equilibrada a natureza da ciência, dedicando mais texto e atividades diversas para os alunos compreenderem como os cientistas desenvolvem o seu trabalho, do que os manuais analisados há quinze anos atrás acerca dos mesmos temas. Estes autores atribuem esta evolução ao facto de os atuais livros de Biologia incorporarem as reformas ocorridas ao nível da educação científica nos EUA, as quais recomendam que seja proporcionada aos alunos uma visão mais autêntica do processo de construção da ciência. No entanto, Lee (2014), comparando manuais escolares de Biologia do ensino secundário dos EUA e da Coreia relativamente à natureza da ciência, concluiu que os quatro temas da natureza da ciência considerados no seu estudo<sup>9</sup> tinham um tratamento mais equilibrado nos manuais coreanos do que nos norte-americanos. Esta autora verificou que esses quatro temas da natureza da ciência tinham um tratamento equilibrado em todos os manuais coreanos analisados, mas apenas em alguns dos manuais norte-americanos, e, mesmo assim, só no primeiro capítulo. Lee (2014) concluiu assim que os autores dos manuais coreanos eram mais informados acerca dos padrões de educação de nível nacional do que os norte-americanos e que o sistema de publicação dos manuais escolares na Coreia é mais controlado a nível nacional do que o dos EUA.

No que se refere às dimensões da construção da ciência mais focadas nos manuais escolares, diversos estudos internacionais (e.g., Aydin & Tortumlu, 2015; Chaisri & Thathong, 2014; Phillips & Chiappetta, 2007) evidenciaram um enfoque nos aspectos metodológicos da ciência. Por exemplo, Phillips e Chiappetta (2007), num estudo que incidiu em doze manuais escolares de ciências do ensino médio dos EUA, constataram que estes enfatizavam a ciência como forma de investigação e como forma de pensamento, omitindo assim outros fatores que condicionam a construção da ciência,

---

<sup>8</sup> Neste estudo, os cinco manuais de Biologia foram analisados quanto à inclusão de quatro aspetos da natureza da ciência: (a) ciência como um corpo de conhecimento, (b) ciência como uma forma de investigação, (c) Ciência como uma forma de pensar, e (d) ciência e suas interações com a tecnologia e a sociedade. Os livros didáticos analisados foram os seguintes: BSCS Biology-A Human Approach (Kendall / Hunt), BSCS Biology-AnAbordagem Ecológica (Kendall / Hunt), Biologia - A Dinâmica da Vida (Glencoe), Biologia Moderna (Holt) e Prentice Hall Biology (Prentice Hall).

<sup>9</sup> O objetivo deste estudo consistiu em realizar uma análise comparativa da forma como quatro temas da natureza da ciência estão contemplados no primeiro capítulo de quatro livros de Biologia, do ensino secundário (*high school*) dos EUA e de cinco livros de ciências gerais da Coreia, dos mesmos níveis de ensino. Os quatro temas da natureza da ciência em que incidiu o estudo são os seguintes: (a) ciência como um corpo de conhecimento; (b) a ciência como forma de investigação; (c) a ciência como forma de pensar; e (d) ciência, tecnologia e sociedade.

nomeadamente as relações que se estabelecem no seio da comunidade científica e as características psicológicas dos cientistas.

Quanto à história da ciência, Markert (2013), baseado na análise de manuais escolares de Biologia alemães, concluiu que nestes os eventos relativos à história da ciência e respetivos atores eram apresentados de uma forma sequencial, não sendo quase nunca mencionado o contexto disciplinar, social, político ou cultural em que estes surgiram. Aliás, em termos de história da ciência, este autor veio a encontrar “resultados surpreendentemente similares relativos a diferentes países (e.g., Grã-Bretanha, Canadá, Grécia, Espanha, Estados Unidos), diferentes públicos-alvo (alunos de escolas do ensino secundário e de universidades), diferentes disciplinas (Biologia, Química, Física) e diversas décadas” (p. 318). A nível nacional, Pereira e Amador (2007), num estudo focado na história da ciência em manuais escolares de Ciências da Natureza, também denunciaram a falta de contextualização dos eventos relativos à história da ciência. Estas autoras verificaram que, na maior parte das situações, os conteúdos históricos eram apresentados na forma de informação factual, “atribuindo-se excessivo valor a pequenas histórias ou a simples dados biográficos, sem destacar a importância, que nas diferentes épocas, assumiram as observações/experiências realizadas e/ou os modelos e teorias propostos” (p. 213). Estas autoras concluíram, assim, que nos manuais analisados “a informação histórica, embora presente, não é na grande maioria das situações apresentada da forma mais consentânea com o desenvolvimento de concepções, consideradas corretas, sobre a natureza e evolução do conhecimento científico” (p. 191).

Quanto às relações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade, Morris (2014) manifesta a sua perplexidade pelo facto de, não obstante a introdução de assuntos relacionados com essa dimensão da construção da ciência constituir uma meta internacional, muitos manuais escolares continuarem a falhar na inclusão da perspetiva social da ciência. Por exemplo, o estudo comparativo da forma como a natureza da ciência é apresentada em quatro manuais escolares de Biologia dos EUA e da República da Coreia (Lee, 2014), anteriormente mencionado, mostrou que nos manuais dos EUA é dada pouca ênfase às relações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade, enquanto que nos manuais coreanos esses aspetos da construção da ciência se destacam. Também Calado et al., (2015), numa pesquisa realizada em manuais escolares de Biologia alemães, constatou que estes negligenciam as relações entre a ciência, a tecnologia, a sociedade e o ambiente. O mesmo foi verificado por Santos (2004) e Fernandes e Pires

(2011) em manuais escolares de Ciências da Natureza do 5.º ano adotados em Portugal, em que as oportunidades proporcionadas aos alunos para se darem conta de problemas com impacto social eram reduzidas. De acordo com Campos e Cachapuz (1997, p. 24) nos livros didáticos, não é enfatizada a contextualização social e tecnológica dos diferentes conteúdos, e nunca se parte de problemas sociais e tecnológicos para introduzir conceitos, leis e teorias.

Outro dos aspetos que tem vindo a preocupar os investigadores relativamente à inclusão da construção da ciência nos manuais escolares tem a ver com o grau de explicitação com que esta é apresentada. Aliás, recomendações relativas à necessidade de tornar explícita a construção da ciência em documentos curriculares e manuais escolares têm vindo a ser recorrentemente feitas por diversos investigadores a nível internacional (Aydin & Tortumlu, 2015; DiGiuseppe, 2014; Lederman, 2007; McComas, 2003; Sadler et al., 2004; Sardag et al., 2014; Schwartz et al., 2004). A integração dos conteúdos metacientíficos no contexto dos conteúdos científicos tem vindo a ser encarada como a abordagem mais favorável ao processo de ensino-aprendizagem da construção da ciência (Aydin & Tortumlu, 2015; Bektas et al., 2013; Sardag et al., 2014). Para Aydin e Tortumlu (2015) é vital que essa abordagem integrada da metaciência seja extensível aos manuais escolares, enquanto materiais didáticos de fácil e frequente acesso, tanto pelos professores como pelos alunos. Neste contexto, na presente investigação, tal como se procedeu ao nível do programa de Biologia do 10.º ano, analisou-se a mensagem relativa à construção da ciência que consta dos respetivos manuais, em termos das dimensões da ciência (Ziman, 1984) que esta contempla, bem como do seu grau de explicitação.

### **3.5. A construção da ciência nas concepções dos professores**

Numerosos estudos (e.g., Abd-El-Khalick & Akerson, 2009; Abd-El-Khalick, 2005; Akerson, Abd-El-Khalick & Lederman, 2000a; Akerson et al., 2010; Bektas et al., 2013; Lederman, 2007; Liang et al., 2009; Lin & Chen, 2002; Ryan & Aikenhead, 1992) revelaram que os professores de vários níveis de ensino possuem visões da construção da ciência não consentâneas com as perspetivas atuais sobre a ciência, evidenciando, assim, problemas na compreensão do seu processo de construção. Muitas

dessas concepções ingênuas acerca do conhecimento científico radicam em crenças que não reconhecem o seu caráter provisório, entendendo-o como rígido e estático, não admitindo margem para questionamento, dúvidas ou hesitações (e.g., Lederman & O'Malley, 1990; Akerson et al., 2000). Também são muito frequentes visões distorcidas do significado e da função das teorias e das leis científicas (Akerson et al., 2000). Outra das concepções inadequadas acerca da ciência que foi detetada em numerosos estudos (e.g., Abd-El-Khalick & BouJaoude, 1997; Abell & Smith, 1994; Akerson, Cullen & Hanson, 2009; Brickhouse, Dagher, Letts & Shipman, 2000; Lederman, 1992; Thye & Kwen, 2004) corresponde à ideia de que existe um método científico universal, estruturado em etapas, que são rigorosamente seguidas por todas as investigações científicas. Tal como sustentado por Lederman (1992) e Abd-El-Khalick e BouJaoude, (1997), esta visão de um procedimento científico universal revela uma visão positivista e idealista da ciência, que ignora a natureza criativa e imaginativa do empreendimento científico. A nível nacional, também Thomaz et al. (1996) e Vieira e Martins (2004) manifestaram a sua preocupação relativamente às concepções dos professores acerca da construção da ciência, nos quais incluem os docentes portugueses. referindo que, em diversos estudos, estes têm evidenciado concepções inadequadas acerca da ciência.

Numa tentativa de compilar as principais visões distorcidas acerca da construção da ciência evidenciadas pelos professores, Fernández et al. (2002) investigaram as referências a tais distorções na literatura. Para o efeito, analisaram os artigos sobre a matéria num período de 10 anos, entre 1990 e 2000, em revistas como “Science Education”, “International Journal of Science Education”, “Journal of Research in Science Teaching”, “Studies in Science Education”, “Science & Education”, “Enseñanza de las Ciencias”, assim como trabalhos recolhidos no “International Handbook of Science Education”, editado por Fraser e Tobin (1998) e na recompilação de McComas (1998). O estudo permitiu a estes autores chegar à conclusão de que as principais visões inadequadas da construção da ciência referidas na literatura correspondiam às que, num estudo empreendido por Fernández-Montoro (2000), foram observadas em práticas habituais de docência, consistindo nas seguintes: uma concepção de ciência empírico-indutivista e atórica; uma concepção rígida da atividade científica; uma concepção de ciência não associada a problemas nem à história; uma concepção de ciência exclusivamente analítica; uma concepção meramente cumulativa do desenvolvimento científico; uma concepção de ciência individualista e elitista; e uma

visão descontextualizada, socialmente neutra, da atividade científica. Segundo estes autores, estas visões distorcidas da ciência não são autónomas, formando parte de um esquema conceptual integrado que expressa uma imagem da ciência baseada no senso comum, aceite pela sociedade e, implicitamente, pelos professores, devido à falta de reflexão crítica e de educação científica.

Outros estudos mostraram que o desenvolvimento de visões adequadas acerca da natureza da ciência é mais difícil para os professores menos experientes (Abd-El-khalick & Akerson, 2004; Akerson, Morrison & Roth McDuffie, 2006). Segundo Akerson et al. (2010), as razões para esta dificuldade estão relacionadas, não somente com as metodologias/estratégias de lecionação utilizadas nos cursos de formação de professores, mas também com pré-concepções dos formandos, ou seja, com a sua “ecologia conceptual” para a aprendizagem da natureza da ciência. Estas investigadoras encontraram relações entre as visões acerca da construção da ciência demonstradas por docentes e os seus níveis de desenvolvimento ético e intelectual, bem como os valores culturais que manifestavam. Identificaram, assim, no que diz respeito aos professores em formação inicial, as características que têm mais influência nas suas visões acerca da natureza da ciência: (1) o seu interesse em ensinar a natureza da ciência; (2) os seus níveis de consciência metacognitiva; (3) a sua proficiência relativamente à natureza da ciência; (4) os seus níveis de desenvolvimento ético e intelectual; (5) as suas visões acerca do “inquiry scientific”; (6) as suas atitudes relativamente ao ensino das ciências; e (7) os seus valores culturais.

As tentativas para promover o desenvolvimento de visões adequadas da natureza da ciência pelos professores envolvem dois tipos de abordagem, uma implícita e outra explícita (Abd-El-Khalick & Lederman, 1998). A abordagem implícita preconiza que essas visões sejam promovidas sem que haja uma referência explícita à natureza da ciência, mediante o desenvolvimento de competências de ordem instrucional, no âmbito de atividades de exploração dos conteúdos programáticos, incluindo atividades de *science inquiry*. A abordagem explícita visa a exploração assumida dos diferentes aspetos da natureza da ciência, recorrendo a elementos da história e da filosofia da ciência. Neste contexto, foram realizados diversos estudos, citados por Lederman (2007), cujos resultados permitiram concluir que a abordagem explícita é mais eficiente a promover visões adequadas da natureza da ciência junto dos professores, do que a abordagem implícita.



Face aos problemas levantados pelos resultados dos estudos acerca das concepções sobre a construção da ciência dos professores, e atendendo ao facto de que estas constituem importantes fatores condicionadores da inclusão desta temática nas suas práticas letivas, intensificaram-se os esforços da investigação nessa área. Os resultados mais recentes desses estudos indicam que essa influência não é automática, revelando-se mesmo uma questão de extrema complexidade (Abd-El-Khalick, Bell, e Lederman, 1998; Bell, Lederman, e Abd-El-Khalick, 2000; Lederman, 1998, 2007). Por exemplo, têm vindo a ser desenvolvidos cursos de formação para professores dos diversos níveis de ensino relativamente à construção da ciência, tendo sido, muitos deles, objeto de estudo por parte de investigadores. Esses estudos mostraram que, apesar de os formadores terem tido algum sucesso na promoção da compreensão, por parte dos professores, da construção da ciência (Abd-El-Khalick, 2001; Akerson & Hanuscin, 2007; Akerson et al., 2000; Akerson et al., 2006), ajudar os professores a ensinar a construção da ciência representava um desafio muito maior (Hanuscin et al., 2011; Hanuscin, 2013). Os resultados destes estudos puseram em evidência a necessidade de promover investigação no sentido de averiguar como, professores que compreendem a construção da ciência, transferem essa compreensão para as suas práticas de sala de aula (e.g., Bartholomew et al., 2004; Hanuscin et al., 2011; Lederman, 2007).

Diversas pesquisas (Abd-El-Khalick & Lederman, 2000a; Abd-El-Khalick et al., 1998; Brickhouse, 1990; Lederman & Zeidler, 1987; Lederman, 1992), citadas por Lederman (2007), envolveram professores que advogavam visões da construção da ciência consistentes com as perspetivas subjacentes às reformas do ensino das ciências, mas que diferiam muito uns dos outros em termos de experiência profissional e de contextos de lecionação. E foram precisamente estes dois últimos fatores que pareceram influenciar mais as suas práticas de sala de aula relativamente à construção da ciência, sobretudo a experiência profissional. Autores como Abd-El-Khalick et al. (1998), Duschl e Wright (1989), Lederman (1992) e Lederman, Gess-Newsome e Latz (1994), consideraram também como fundamental, a interiorização, por parte dos professores, da importância da abordagem da construção da ciência em sala de aula, ou seja, a sua importância instrucional. Contudo, estes autores defenderam ainda que, mesmo tendo interiorizado a importância da natureza da ciência no âmbito da educação científica, tanto os professores menos como os mais experientes precisarão de desenvolver competências instrucionais para transpor esse seu conhecimento para a sala de aula.

Mais recentemente, alguns autores (e.g., Abd-El-Khalick & Lederman, 2000a; Bektas et. al., 2013; Waters-Adams, 2006) têm vindo a sustentar que a implementação da construção da ciência pelos professores em contexto de sala de aula não depende só das suas visões acerca da construção da ciência, mas também das suas crenças pessoais acerca da educação científica, do curriculum e da psicologia educativa.

A este propósito, é importante fazer referência ao conceito de conhecimento pedagógico de conteúdo (*Pedagogical Content Knowledge – PCK*)<sup>10</sup>, descrito por Shulman (1986) como uma combinação de vários tipos de conhecimento: acerca dos conteúdos científicos, do currículo, das características dos alunos, dos contextos educativos e das perspetivas de ensino-aprendizagem. De acordo com este autor, os professores não precisam apenas de compreender a área disciplinar que lecionam e respetiva didática, mas também de ser capazes de transformar essa compreensão no âmbito das suas práticas pedagógicas, implicando esse processo de transformação a combinação de esses tipos de conhecimento. Schwartz e Lederman (2002) propuseram mesmo um modelo para o desenvolvimento do PCK dos professores relativamente à construção da ciência e sua implementação em contexto de sala de aula. De acordo com estes autores, o conhecimento acerca da construção da ciência, os conhecimentos científicos e o conhecimento pedagógico são os três elementos que, combinados, formam o PCK dos professores acerca da construção da ciência. Nesta perspetiva, Bektas et. al. (2013) investigaram a evolução do PCK de professores de Química em fase de formação inicial com referência à construção da ciência, no âmbito de um curso de formação. Estes autores verificaram que, apesar de os formandos terem desenvolvido visões adequadas acerca da construção da ciência ao longo do curso, continuavam, nalguns casos, a manifestar dificuldades nas propostas de integração desses conteúdos em contexto de sala de aula, problemas que só superaram após formação específica nesse sentido. Também neste sentido, diversos autores (Appleton, 2006; Davis & Krajcik, 2005; Hanuscin et al., 2011) realizaram estudos que evidenciaram a necessidade de materiais educativos curriculares específicos para o ensino da construção da ciência, que se destinem a apoiar os professores na sua implementação.

---

<sup>10</sup> Shulman (1986) descreveu conhecimento pedagógico de conteúdo (PCK) como uma das sub dimensões do conhecimento de conteúdo dos professores, a parte central da base de conhecimentos para o ensino (Shulman, 1987). Esta base de conhecimento inclui, junto com o conhecimento pedagógico de conteúdo (PCK), o conhecimento de conteúdo, o conhecimento de currículo, alunos e suas características, contextos educacionais e propósitos educacionais. Magnusson et al. (1999) descreveu o conhecimento pedagógico de conteúdo (PCK) como um processo de transformação "de vários tipos de conhecimento para o ensino" (p.95).

Torna-se assim fundamental a promoção de atividades de desenvolvimento profissional para os docentes relativas a formas de transpor para a sala de aula a sua compreensão da construção da ciência, pelo que a promoção da formação dos professores neste domínio é absolutamente imperativa (Lederman,1998; Liang et al., 2009).

Pode-se assim concluir que, para a implementação da construção da ciência em sala de aula, há que promover nos professores o desenvolvimento de visões apropriadas da natureza da ciência, a tomada de consciência da importância da abordagem desses aspetos da ciência na sala de aula e o desenvolvimento de competências didáticas que lhes permitam uma efetiva integração da construção da ciência nas suas práticas letivas.

Neste sentido, no âmbito da investigação levada a cabo pelo grupo ESSA, têm vindo a ser desenvolvidos diversos trabalhos (e.g., Lobo, Lopes, Neves e Morais, 2001; Esteves, Cardoso, Meia-Onça e Morais, 2005; Ferreira, 2007b), que consistem em estratégias ou atividades estruturadas que visam promover a integração da construção da ciência no ensino das ciências. Essas atividades, tal como sustenta Ferreira (2007b), pretendem evidenciar um modo de articular conhecimentos científicos e conhecimentos relativos à construção da ciência, mediante a abordagem de temas/conteúdos que se enquadram nos currículos da área das ciências. Assim, assumem-se como um elemento útil para os professores, na medida em que são um exemplo de aplicação dos pressupostos teóricos sobre a construção da ciência que constam desses programas curriculares (Esteves et al., 2005).

No que se refere à formação de professores no âmbito da construção da ciência, investigadores como Abd-El-Khalick e Akerson (2004), Akerson et al. (2000), Akerson et al. (2010), Akerson e Abd-El-Khalick (2003), defendem que uma abordagem explícita e reflexiva integrada na sua aprendizagem científica facilitará não só o desenvolvimento das suas visões da natureza da ciência, mas também os ajudará, a longo prazo, a transpor essas visões para as suas práticas de sala de aula. A este propósito, assinala-se o estudo que Saraiva (2016) empreendeu recentemente, tendo por foco o ensino da metaciência na formação inicial de professores em Escolas de Educação do Ensino Superior público em Portugal. Os resultados desta investigação evidenciaram o potencial de um contexto específico de formação que enfatize o ensino explícito da metaciência para melhorar a sua aprendizagem por parte dos futuros

professores, bem como para promover a sua compreensão sobre a importância da abordagem da metaciência no ensino das ciências ao nível do 1º ciclo.

No entanto, não obstante todos os esforços empreendidos no sentido de promover a implementação da metaciência em contexto de sala de aula por parte dos professores, mesmo os estudos mais atuais mostram claramente que estes continuam não possuir os conhecimentos requeridos para a ensinar (Aydin & Tortumlu, 2015; Cofré et al., 2014; Hanuscin et al., 2011).

## **4. A TEORIA DE BERNSTEIN**

A Teoria de Bernstein constituiu, em termos sociológicos, o principal modelo teórico em que se baseia o presente estudo. Neste âmbito, apresentam-se e discutem-se as suas conceptualizações relacionadas com: (1) o modelo do discurso pedagógico, explorando a sua produção e reprodução, bem como a rede de relações sociais que influenciam a sua recontextualização; (2) a orientação específica de codificação, abordando os princípios (regras de reconhecimento e regras de realização) que regulam a produção textual dentro de cada contexto; (3) as estruturas do conhecimento, discutindo as diferentes formas de conhecimento com referência aos princípios que determinam a sua construção e, conseqüentemente, a sua aquisição. São ainda apresentados (4) alguns estudos empíricos realizados com base na teoria de Bernstein, no âmbito do Grupo ESSA (Estudos Sociológicos de Sala de Aula), enquadrando-se o presente estudo nesse contexto.

A teoria de Bernstein tem uma forte estrutura conceptual, com conceitos bem definidos, caracterizando-se, assim, por uma linguagem interna de descrição com um elevado potencial de diagnóstico, predição, descrição e transferência, nos contextos mais distintos. Os mesmos conceitos, em constante confronto com os dados empíricos, permitem analisar, descrever e comparar a mensagem contida em textos monológicos, tais como manuais e programas, bem como em textos dialógicos relativos, por exemplo, a práticas de sala de aula ou práticas de formação de professores (Moraes & Neves, 2001).

O modelo do discurso pedagógico de Bernstein (Bernstein, 1990, 2000) permite uma análise compreensiva sociológica dos processos e relações que caracterizam o

desenvolvimento curricular ao macro-nível e ao micronível (Neves & Moraes, 2000, p. 223), permitindo também inferir a autonomia que é conferida aos professores e aos autores dos manuais escolares no sistema educacional (Neves & Moraes, 2000). Tem assim potencial para explorar a extensão e o sentido da recontextualização sofrida pelo discurso pedagógico, quando passa do campo de recontextualização oficial (em que são elaborados os programas) para o campo de recontextualização pedagógica (em que são elaborados os manuais), ou para o campo de reprodução pedagógica (práticas pedagógicas). Trata-se assim de um modelo teórico com grandes potencialidades na análise do percurso do discurso pedagógico, desde a sua origem, no campo do estado, até à sua transmissão, em contexto de sala de aula, atravessando vários espaços de transformação social, resultado da teia de relações sociais a que é submetido nesse trajeto.

#### **4.1. Modelo do discurso pedagógico**

Para Bernstein (1990), a maior parte dos estudos enquadrados nas teorias da reprodução cultural “toma como garantido o próprio discurso que é objeto da sua análise” (p. 143), ou seja, o discurso que é reproduzido, raramente se focando na forma como se chegou a esse discurso. Segundo este autor, essas teorias preocupam-se mais com o discurso que é reproduzido e com vozes externas (e.g., relativas a questões raciais, de classe ou de género) que utilizam esse discurso como meio de transmissão, do que com a forma como este se reproduz, ou seja com a natureza do discurso especializado. Estas análises realizadas no âmbito dessas teorias centram-se, assim, mais no produto (discurso reproduzido), do que nos processos (meio de reprodução). Bernstein (1990) foi mais longe com a sua teoria, procurando mostrar as múltiplas e complexas relações que intervêm nos processos de produção e de reprodução do discurso pedagógico ao longo do aparelho pedagógico, confinando esse modelo à realidade das sociedades contemporâneas desenvolvidas. De acordo com este modelo teórico, o aparelho pedagógico fornece, através das regras de distribuição, de recontextualização e de avaliação, hierarquicamente relacionadas, a gramática interna para a geração do discurso pedagógico. Nesta perspetiva, o aparelho pedagógico, tal como defende Bernstein (1990), ao regular a relação entre esses três tipos de regras, estabelece a relação entre poder, conhecimento e consciência e, desta forma, constitui um instrumento crucial de reprodução cultural.

De acordo com Bernstein (1990, 2000), as regras de distribuição regulam a relação fundamental entre poder, grupos sociais, formas de consciência e de prática, e também as respectivas produções e reproduções. São estas regras que estabelecem quem pode transmitir o quê, a quem e sob que condições, definindo, assim, os limites externos e internos do discurso legítimo (Morais & Neves 2005). As regras de recontextualização que, segundo Bernstein (1990, 2000), são reguladas pelas regras de distribuição, regulam o *o que* (discursos a serem transmitidos-adquiridos) e o *o como* da transmissão/aquisição (discursos que regulam os princípios da transmissão/aquisição), ou seja, regulam o conhecimento. As regras de avaliação, que são reguladas pelas regras de recontextualização, regulam a relação entre a transmissão e a aquisição dos discursos pedagógicos específicos (Bernstein, 1990, 2000). Constituem, assim, os princípios fundamentais de ordenação de qualquer discurso pedagógico, já que regulam as práticas pedagógicas específicas, ou seja, a relação entre a transmissão e a aquisição dos discursos pedagógicos específicos.

O modelo do discurso pedagógico de Bernstein, ilustrado na Figura 2.4 procura assim mostrar e explicar o percurso seguido pelo discurso pedagógico, desde que é gerado, no Campo do Estado, até ao seu destino final, em que é transmitido no contexto das práticas letivas dos professores. Ao longo deste percurso, que engloba três níveis fundamentais de análise – geração, recontextualização e transmissão – o discurso pedagógico é condicionado por um conjunto complexo de relações que pressupõem a intervenção de diferentes campos e contextos. Os dois primeiros níveis de análise estão associados à produção do discurso pedagógico e o terceiro nível à sua reprodução (Morais & Neves, 2005).

Começando pela produção do discurso pedagógico, há que considerar, em primeiro lugar, o nível de geração (Nível I - Geração), no Campo do Estado. A este nível, são definidos os princípios dominantes da sociedade, que, segundo Bernstein (1990, p. 169) podem ser vistos “como uma expressão do grupo político dominante do estado ou antes, como uma expressão das relações entre os vários partidos políticos ou grupos de interesse”<sup>11</sup>. A geração dos princípios dominantes da sociedade processa-se sob influência do Campo Internacional, do Campo do Controlo Simbólico, onde se

---

<sup>11</sup> Segundo (Bernstein, 1990) “os princípios dominantes são regulados pela distribuição do poder e por princípios de controlo que determinam os meios, contextos, distribuição, possibilidades e relações sociais de recursos físicos e discursivos” (p. 169).

produz o conhecimento relacionado com as diferentes áreas do saber, e do Campo da Produção, que diz respeito à produção de bens e serviços e à distribuição e circulação de capital económico.

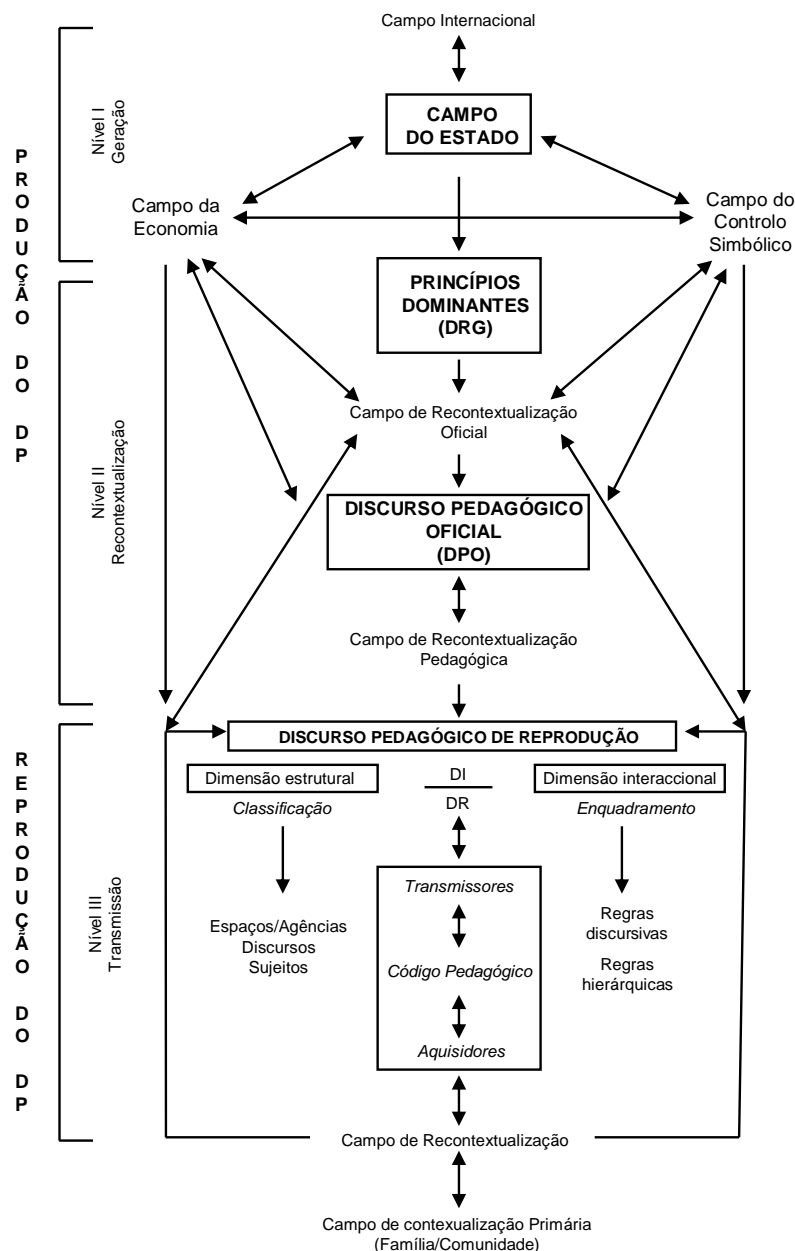


Figura 2.4. Modelo do discurso pedagógico de Bernstein (adaptado de Morais & Neves, 2007b, p. 121).

Estes princípios expressam o conjunto de normas/valores que regulam a ordem e identidade social, correspondendo ao Discurso Regulador Geral (DRG), que aparece expresso em textos legais como constituições políticas, leis de bases, decretos, diplomas, ou mesmo discursos políticos.

Posteriormente (Nível II- Recontextualização), os princípios dominantes da sociedade, expressos no discurso regulador geral (DRG), são recontextualizados a diversos níveis do sistema educativo, nomeadamente no Ministério da Educação e suas agências, onde, em resultado dessa recontextualização oficial, é gerado o discurso pedagógico oficial. Participam neste processo as agências pedagógicas oficiais do estado, bem como peritos (consultores, conselheiros e assessores) oriundos do campo da economia e do campo de controlo simbólico. Por exemplo, em Portugal, serviços centrais do Ministério da Educação, tais como a Direção-Geral da Educação, a Inspeção-Geral da Educação ou o Instituto de Avaliação Educativa, entre outros, estão envolvidos na produção do discurso pedagógico oficial. Cabe a essas instituições a implementação das políticas educativas determinadas ao nível da tutela (Governo), as quais são condicionadas pela legislatura política vigente. Esse processo, em resultado do qual é gerado o discurso pedagógico oficial, consiste na recontextualização dos princípios dominantes da sociedade relativos à educação. Para a produção do discurso pedagógico oficial, essas agências do estado contam com consultorias e pareceres por parte, por exemplo, de universidades, da comunidade científica da educação e de outras áreas do saber, de associações de professores e de outros grupos de interesse ligados à indústria e à tecnologia. Estas parcerias representam, assim, a influência dos campos de controlo simbólico (caso das universidades e comunidade científica em geral) e da economia (caso dos grupos ligados à indústria e à tecnologia), considerados por Bernstein no seu modelo. O facto de, na produção do discurso pedagógico oficial serem tomadas em consideração recomendações por parte de instituições internacionais (e.g., OECD, CE) ilustra a influência do campo internacional referida por Bernstein (1990) no seu modelo teórico.

O discurso pedagógico oficial, gerado no campo de recontextualização oficial, constitui um conjunto de normas sobre a organização e gestão escolares, currículos e avaliação. Incorpora o discurso instrucional – DI, que controla a transmissão, a aquisição e a avaliação do conhecimento indispensável à aquisição de competências especializadas, e o discurso regulador – DR, que regula a transmissão/aquisição de normas de conduta social (valores, atitudes, condutas, comportamentos). Assim, o discurso instrucional e o discurso regulador representam, respetivamente, o *o que* e o *o como* do discurso pedagógico oficial. O *o que* implica recontextualização do campo intelectual (física, história, biologia, etc.) ou do campo artístico (artes), consoante a área do saber a que diz



respeito. O *o como* refere-se à recontextualização de teorias das ciências sociais, usualmente a psicologia, com base nas quais se estabelecem os princípios que regulam a transmissão-aquisição de *o o que*.

O programa de uma dada disciplina representa, portanto, um texto oficial produzido pelo Ministério da Educação (campo de recontextualização oficial) que traduz o discurso pedagógico oficial, podendo também representar recontextualizações deste. Após a geração do discurso pedagógico oficial (expresso nos programas e noutros documentos oficiais) no campo de recontextualização oficial, há ainda a considerar a passagem desse discurso pelo campo de recontextualização pedagógica (manuais escolares, departamentos de educação), ao nível do qual este pode ainda ser transformado. Existem assim dois campos de recontextualização neste modelo, o campo de recontextualização oficial, regulado diretamente pelo Estado, politicamente através das legislaturas, administrativamente através da administração pública (Bernstein, 1990, p. 170) e o campo de recontextualização pedagógica. Bernstein (1990) chama a atenção para o facto de o campo de recontextualização oficial (Ministério da Educação) poder também incorporar serviços de agentes/agências externas a ele neste processo. A título de exemplo, refere a intervenção do Departamento de Emprego na produção do discurso pedagógico oficial, no Reino Unido. Em Portugal, a Agência Nacional para a Qualificação e o Ensino Profissional (ANQEP)<sup>12</sup>, tutelada simultaneamente pelo Ministério da Educação e pelo Ministério do Trabalho, Solidariedade e Segurança Social, constitui um exemplo desse envolvimento de agências externas ao Ministério da Educação no processo de recontextualização do discurso pedagógico oficial.

Posteriormente à sua produção nos campos de recontextualização oficial e pedagógica, o discurso regulador passa para a fase de reprodução, em que é transmitido (Nível III – transmissão) em contexto escolar. A este nível, o discurso regulador pode ainda sofrer um processo de recontextualização em função dos contextos específicos da sua transmissão, nomeadamente a especificidade de cada escola, a família/comunidade/pares dos adquiridores e a prática pedagógica de cada professor. Segundo Bernstein (1990), “o que é reproduzido nas escolas pode, por sua vez, resultar da influência de princípios de recontextualização oriundos do contexto específico da

---

<sup>12</sup> A Agência Nacional para a Qualificação e o Ensino Profissional (ANQEP, I. P.) tem por missão coordenar as políticas de educação e formação profissional de jovens e adultos e assegurar o desenvolvimento e a gestão do sistema de reconhecimento, validação e certificação de competências (ANQEP, 2017).

escola e da eficácia do controlo externo exercido sobre a reprodução do discurso pedagógico oficial” (p.172). Bernstein considera, ainda, que o discurso pedagógico transmitido ao nível da escola pode influenciar a família/comunidade/pares dos adquiridores, ou seja, o seu contexto primário cultural. Este processo pode até por vezes ser intencional, exercido “como forma de controlo social, a fim de tornar o seu próprio discurso regulador mais efetivo” (Bernstein, 1990, p. 172). Por sua vez, esse contexto primário cultural dos adquiridores pode também influenciar o campo de recontextualização da escola, afetando a sua prática. Para além disso, há que ter em consideração que os professores, quando implementam o DPO, apesar de serem influenciados pelos diversos campos do aparelho pedagógico, podem dispor ainda de um certo espaço de controlo sobre o discurso que é reproduzido no contexto da sala de aula (Neves & Morais, 2000).

Este modelo de produção e reprodução do discurso pedagógico mostra que este é um discurso recontextualizado, que configura um grande dinamismo, bem patente nas seguintes palavras de Bernstein (2000):

À medida que um discurso se move do seu local original para as suas novas posições como discurso pedagógico, ocorre uma transformação. A transformação ocorre porque de cada vez que um discurso se move de uma posição para outra, há um espaço onde a ideologia pode atuar. Nenhum discurso se move sem a ação da ideologia. À medida que o discurso se move, é transformado ideologicamente; já não é o mesmo discurso. Eu sugiro que à medida que o discurso se move, ele é transformado de um discurso atual, de um discurso não mediado para um discurso imaginário. (pp.32-33)

Esta dinâmica inerente ao trajeto do discurso pedagógico oficial, ao longo do qual este vai sendo sucessivamente condicionado por diferentes campos e contextos, numa teia complexa de relações, é palco de tensões várias. Bernstein (1990, 2000) chama a atenção para as posições de conflito, inércia e resistência que têm lugar ao longo da produção e da recontextualização do discurso pedagógico. Estas situações ocorrem logo no início do processo, ao nível da geração dos princípios dominantes que, de acordo com Bernstein (1990, p. 172), se referem “mais a uma arena de conflito do que a um conjunto estável de relações”. Estas situações de tensão existem também entre os diversos agentes do campo de recontextualização oficial (Ministério da Educação), bem como entre este, o campo de recontextualização pedagógica (autores de manuais escolares, departamentos de educação), o campo de reprodução pedagógica (escolas, professores) e o contexto cultural primário dos adquiridores (alunos).

Outro aspeto importante para o qual Bernstein (1990) chama a atenção diz

respeito ao grau de autonomia do campo de recontextualização pedagógica relativamente ao campo de recontextualização oficial, referindo que este pode constituir um fator de diferenciação entre as sociedades.

Onde há apenas um campo de recontextualização (o oficial), a publicação de manuais ou de livros de texto será controlada pelas agências pedagógicas do estado, sendo que mudanças no discurso político do estado traduzir-se-ão em alterações nas posições dominantes dentro do campo de recontextualização oficial e, necessariamente, ao nível dos manuais escolares. Quando existem campos de recontextualização pedagógica (editoras de manuais escolares, departamentos de educação) que disfrutam de uma autonomia relativa, é-lhes possível recontextualizar textos que considerem ilegítimos, dando origem a discrepâncias entre o discurso pedagógico oficial e o discurso pedagógico de reprodução. Em Portugal, o campo de recontextualização pedagógica é relativamente independente do campo de recontextualização oficial, já que os manuais escolares se constituem como objetos comerciais sujeitos às regras do mercado livre. O Ministério de Educação tem vindo a criar, ao longo dos tempos mecanismos legais de controlo da qualidade dos manuais escolares em circulação, divulgando critérios e procedimentos a adotar pelas escolas para a sua escolha (Claudino, 2011) e publicando diversos diplomas legais nesse sentido. No entanto, esse processo de avaliação e certificação não se estendeu ainda a todos os manuais em circulação, tendo apenas incidido, até à data, em alguns deles. Para além disso, as escolas não são obrigadas a escolher os manuais que estão certificados pelo Ministério da Educação, tendo essa certificação apenas um efeito de “selo de qualidade”, que pode, nessa qualidade, influir nas escolhas desses estabelecimentos de ensino. Pode-se assim considerar que se está perante uma situação de autonomia relativa do campo de recontextualização pedagógica (manuais escolares) relativamente ao campo de recontextualização oficial (Ministério da Educação). Desta forma, tal como defende Bernstein (1990), o discurso pedagógico que consta dos manuais escolares é suscetível de ser reorientado na sua recontextualização, podendo até determinados aspetos menos conseguidos no DPO ser melhorados a esse nível. Também as instituições de formação de professores, nomeadamente as universidades e institutos politécnicos que prestam essa oferta formativa, constituem espaços de recontextualização pedagógica com uma autonomia relativa. Tal como referem Alves e Morais, (2013), é

[...] urgente a implementação de uma eficiente formação de professores e a promoção

de um significativo desenvolvimento profissional para que, em contextos de maior autonomia pedagógica (e científica), os professores possam proceder a uma recontextualização do currículo na direção da promoção da literacia científica de todos os alunos. (p. 25)

No que se refere à transmissão do discurso pedagógico, é ainda importante ter em consideração que, nos vários níveis e nas várias agências educacionais, o discurso pedagógico enforma uma mensagem sociológica que é função da modalidade de código que regula a interação pedagógica (sendo, ao mesmo tempo, regulado por essa interação), tal como sustenta Bernstein (1990, 2000). O código é um dos conceitos centrais da teoria de Bernstein (1990, 2000), que defende que este regula a relação entre transmissores e adquiridores (professores/alunos, pais/filhos, formadores de professores/professores, Ministério da Educação/professores, Ministério da Educação/autores de manuais escolares). As diversas formas assumidas pela distribuição de poder e pelos princípios de controlo configuram diferentes modalidades de código pedagógico que dão origem a diferentes tipos de discurso pedagógico e de práticas.

Para explorar as diferentes modalidades de código pedagógico, Bernstein (1990, 2000) recorre aos conceitos de classificação (C) e de enquadramento (E). Estes dois conceitos permitem caracterizar as diversas formas de poder e de controlo inerentes à relação entre transmissores e adquiridores. A classificação e o enquadramento referem-se, quer às relações dentro de uma dada agência (C e E internos), quer às relações entre agências (C e E externos), podendo variar segundo graus distintos de poder e de controlo nas relações entre categorias (Morais & Neves, 2005).

A classificação refere-se às relações de poder e portanto ao grau de manutenção das fronteiras entre categorias (professores, alunos, espaços, conteúdos de aprendizagem, escola, comunidade, família, etc.) e através dela pode analisar-se a dimensão organizacional do contexto pedagógico. O enquadramento refere-se às relações de controlo que caracterizam um dado contexto social e, através dele, podem analisar-se as relações entre agências/sujeitos, ou seja, a dimensão interacional do contexto pedagógico, expressando a natureza das relações de controlo entre categorias. Quando a classificação é forte, normalmente o controlo da relação é assumido pelos agentes de maior estatuto, sendo o enquadramento forte. No entanto, este também pode ser fraco, se, apesar da classificação forte, esse controlo for partilhado com as categorias de menor estatuto. Por outro lado, quando a classificação é fraca, é mais frequente que o controlo

seja partilhado com as categorias de menor estatuto, o que corresponde a um enquadramento fraco. Também neste caso, apesar de pouco frequente, o controlo da relação pode ser assumido pela categoria de maior estatuto, o que corresponde a um enquadramento forte.

No âmbito do discurso pedagógico, o discurso instrucional (DI) diz respeito a conhecimentos e capacidades, e o discurso regulador (DR) refere-se a princípios e normas de conduta social, sendo a sua transmissão-aquisição regulada pelas regras discursivas. No contexto da relação professor/aluno, as regras discursivas dizem respeito ao grau de controlo que os transmissores e os adquiridores podem ter no processo de transmissão/aquisição ao nível dos assuntos e atividades a explorar (seleção), da ordem segundo a qual se processa a aprendizagem (sequência), do tempo destinado à aprendizagem (ritmagem) e da explicitação aos alunos do texto a ser produzido como resultado da aprendizagem (critérios de avaliação).

O conceito de enquadramento permite estabelecer, para cada uma das regras, a natureza do controlo. Assim, no domínio da relação professor/aluno, o enquadramento será forte quanto às regras discursivas que regulam o discurso instrucional, se o professor (transmissor) tiver o controlo sobre a seleção, sequência e ritmagem da aprendizagem, deixando explícitos os critérios de avaliação. Quando o aluno (adquiridor) tiver também algum controlo a estes níveis, o enquadramento será mais fraco. Dado que o enquadramento expressa a natureza das relações de controlo entre categorias, aplica-se também a outro tipo de relações, nomeadamente escola/família/comunidade, formadores de professores/professores, Ministério da Educação/professores e Ministério da Educação/autores de manuais. No que se refere à relação entre o Ministério da Educação (agentes oficiais) e os professores (agentes pedagógicos), existem fronteiras hierarquicamente nítidas, tendo os agentes oficiais (Ministério) estatuto sempre mais elevado do que os agentes pedagógicos (professores). Neste caso, a classificação é sempre forte enquanto que o enquadramento é forte quando as categorias de maior estatuto (Ministério) assumem o controlo da relação, e fraco quando as categorias de menor estatuto (professores) partilham esse controlo. Assim, por exemplo, os casos de enquadramento forte nas regras discursivas correspondem àqueles em que o Ministério da Educação (transmissor) é o detentor do controlo sobre a seleção dos conteúdos, capacidades e atividades a explorar pelos professores (adquiridores) nas suas práticas letivas, sobre a sequência pela qual estes devem promover as diversas aprendizagens e

sobre a ritmagem, ou seja, sobre o tempo que devem destinar a cada uma dessas aprendizagens. Nestes casos, o facto de o Ministério da Educação ser o detentor do controlo sobre as regras discursivas implica dar orientações explícitas aos professores quanto ao texto legítimo a ser produzido (critérios de avaliação), correspondendo este ao DPO de reprodução que o Ministério preconiza que deve ser transmitido pelos professores nas suas práticas letivas. No entanto, pode também acontecer que o controlo sobre as regras discursivas seja partilhado entre o Ministério da Educação e os professores, o que significa que as orientações dadas a estes sobre os critérios de avaliação não são explícitas. Nestes casos, que correspondem a um enquadramento fraco relativamente aos critérios de avaliação, o facto de estes não serem explícitos pode levar a que o texto legítimo que o Ministério visa que seja transmitido pelos professores, nas suas práticas, se afaste consideravelmente daquele que na realidade é transmitido.

Também no caso das relações Ministério da Educação/autores de manuais, um enquadramento forte das regras discursivas que controlam a transmissão do discurso regulador a esse nível implica que o Ministério da Educação (transmissor) tenha, perante os agentes de recontextualização do discurso pedagógico oficial, o controlo sobre o texto que é tido como legítimo. A detenção desse controlo por parte do Ministério da Educação implica que o discurso pedagógico oficial transmita orientações explícitas quanto ao texto legítimo a ser produzido (critérios de avaliação). Por outro lado, um enquadramento fraco relativamente aos critérios de avaliação significa que o Ministério da Educação tem, perante os agentes de recontextualização (autores dos manuais), um baixo grau de controlo sobre o texto que é tido como legítimo. um enquadramento fraco, pode levar a que o texto legítimo que o Ministério visa que seja transmitido aos professores e alunos, se afaste consideravelmente daquele que na realidade é transmitido ao nível dos manuais escolares.

As regras hierárquicas referem-se às regras de conduta inerentes à relação transmissor-adquiridor, ou seja, ao controlo que os sujeitos em interação podem ter sobre as normas de conduta social. Por exemplo, no contexto da relação professor/aluno, as regras hierárquicas regulam a forma de comunicação entre o professor e os alunos, enquanto sujeitos com posições hierárquicas distintas, referindo-se ao controlo que os sujeitos em interação podem ter sobre as normas de conduta social. Neste caso, podem verificar-se três tipos de controlo diferentes: pessoal, posicional e imperativo. O controlo pessoal corresponde às situações conducentes a uma relação inter-pessoal, em que o

enquadramento é fraco, como acontece quando o professor explica aos alunos as razões porque se deve comportar de determinada maneira, ou os alunos criticam as práticas do professor, etc. O controlo posicional verifica-se quando o professor apela a regras e estatutos determinados, correspondendo a um enquadramento forte. O controlo imperativo diz respeito às situações em que o professor recorre a ordens ou admoestações, como forma de levar os alunos a comportar-se de determinada maneira, sem dar qualquer razão, sendo neste caso o enquadramento muito forte. Também no contexto da relação Ministério da Educação/professores, as regras de conduta podem, em diferentes graus, permitir um espaço de negociação, dependendo do grau de controlo exercido pelos sujeitos em interação. Nesta relação existem fronteiras hierarquicamente nítidas, tendo os agentes oficiais (Ministério) estatuto sempre mais elevado do que os agentes pedagógicos (professores). Neste caso, a classificação é sempre forte enquanto que o enquadramento é forte quando as categorias de maior estatuto (Ministério) assumem o controlo da relação, e fraco quando as categorias de menor estatuto (professores) partilham esse controlo. Por exemplo, quando o Ministério da Educação define e implementa as políticas educativas sem dar voz aos professores, ou seja, sem considerar eventuais contributos destes para o efeito, o enquadramento é forte relativamente às regras hierárquicas. Por outro lado, quando o Ministério da Educação envolve os professores nesse processo, levando-os, por exemplo, a integrar grupos de trabalho que funcionam ao nível da tutela, a participar em espaços de debate e discussão ou considerando dados recolhidos ao micro-nível (escolas e salas de aula), está-se perante uma situação de enquadramento fraco relativamente às regras hierárquicas. Também no caso das relações Ministério da Educação/autores de manuais/editoras, um enquadramento forte relativamente às regras hierárquicas implica que o Ministério da Educação (transmissor) tenha, perante os agentes de recontextualização do discurso pedagógico oficial (adquiridores), o controlo sobre as normas de conduta inerentes a essa relação. Por outro lado, um enquadramento fraco nesse contexto implica que os autores dos manuais, ou as próprias editoras, partilhem esse controlo. Este é o caso, por exemplo, em que o Ministério da Educação tem em consideração eventuais contributos dos autores de manuais/editoras para a definição e implementação das suas políticas educativas relativamente à adoção e certificação dos manuais escolares.

## **4.2. Orientação específica de codificação: Regras de reconhecimento e de realização**

O conceito de código de Bernstein (1990), já referido, constitui um dos pilares fundamentais da sua teoria. Este autor define-o como sendo “um princípio regulador, tacitamente adquirido, que seleciona e integra a) significados relevantes (significados), b) a forma da sua realização (realizações) e c) os contextos evocadores (contextos)” (Bernstein, 1990, p. 11). Na perspetiva de Bernstein (1990), o código não só regula a relação entre contextos, como também define os princípios orientadores da produção de textos<sup>13</sup> adequados a cada contexto. A aquisição do código, por parte do sujeito, faz-se tacitamente no decorrer das relações sociais, sobretudo através de práticas comunicativas que são práticas interacionais especializadas.

No contexto pedagógico, o código corresponde ao princípio que regula a relação entre transmissores e adquiridores (professores/alunos, pais/filhos, formadores de professores/professores, Ministério da Educação/professores, Ministério da Educação/autores de manuais escolares). Por conseguinte, o discurso pedagógico é transmitido através de práticas cujas características estão relacionadas com o código que regula essa relação.

Bernstein (1990) considera ainda que os códigos podem ser restritos ou elaborados, correspondendo, respetivamente, a códigos dominados e a códigos dominantes, consoante a localização diferencial dos sujeitos ao macro-nível da estrutura social, a qual é determinada pelas relações de classe. Os códigos restritos são os que “realizam princípios e significados mais dependentes do contexto, isto é, princípios e significados embebidos em contextos locais e em relações, práticas e atividades locais e, neste sentido, fortemente relacionados com uma base material específica” (Domingos, Barradas, Rainha e Neves, 1986, p. 247). Nos códigos elaborados, próprios dos níveis mais elevados da estrutura social, e portanto correspondentes a códigos dominantes, os princípios e significados são relativamente independentes do contexto local, bem como das relações sociais, práticas e atividades que o caracterizam.

---

<sup>13</sup> Para Bernstein (1990), o termo ‘texto’ pode ser usado no seu sentido literal ou num sentido mais abrangente. Pode assim referir-se “ao currículo dominante, à prática pedagógica dominante, mas também a qualquer representação pedagógica, falada, escrita, visual, postural, de indumentária, espacial” (pp. 151-152).



A um nível operacional, o código é definido por Bernstein (1990, 2000) através da relação entre a orientação de codificação e a forma como essa orientação é realizada, de acordo com a seguinte fórmula:

$$\frac{OE/R}{C_{ie} \pm E_{ie} \pm}$$

Nesta expressão,  $OE/R$ ,  $C_{ie}$  e  $E_{ie}$  representam, respetivamente, a orientação de codificação (restrita ou elaborada), os princípios da classificação e os princípios de enquadramento; os símbolos  $\pm$  dizem respeito aos valores da classificação e do enquadramento (mais fortes ou mais fracos);  $i$  refere-se aos valores da classificação e do enquadramento internos (relações dentro de um mesmo contexto de comunicação);  $e$  diz respeito aos valores da classificação e do enquadramento externos (relação entre diferentes contextos de comunicação). Os contextos de comunicação podem ser a escola, a família, ou o trabalho. Como já foi referido, os princípios de classificação e de enquadramento referem-se, respetivamente, às formas de poder e de controlo inerentes à relação entre transmissores e adquirentes num dado contexto social.

Segundo Bernstein (1990), os códigos devem gerar “princípios que permitam distinguir diferentes contextos e a criação e produção de relações especializadas dentro de cada contexto” (p. 111) ou seja, princípios que regulem a produção textual dentro de cada contexto. Estes princípios constituem, respetivamente, as regras de reconhecimento e as regras de realização. Assim, num dado contexto, a produção textual do sujeito depende da posse das regras de reconhecimento e das regras de realização, ou seja, da sua orientação específica de codificação para esse contexto.

A título de exemplo, apresenta-se, na Figura 2.5, um diagrama que diz respeito à orientação específica de codificação dos alunos em contextos específicos de ensino-aprendizagem, mostrando os fatores que condicionam o seu desempenho, ou seja, a sua produção textual. Tal como ilustrado neste diagrama, para que os alunos consigam produzir uma realização especializada dentro de um dado contexto, devem ser capazes de o reconhecer – posse das regras de reconhecimento – e devem ser capazes de produzir o texto adequado a esse contexto - posse das regras de realização.

As regras de reconhecimento permitem a distinção entre contextos através da identificação das suas características específicas, ou seja, da identificação dos significados legitimamente associados a cada contexto; as regras de realização permitem

selecionar os significados necessários à produção do texto adequado ao contexto (realização passiva) e produzir esse texto (realização ativa).

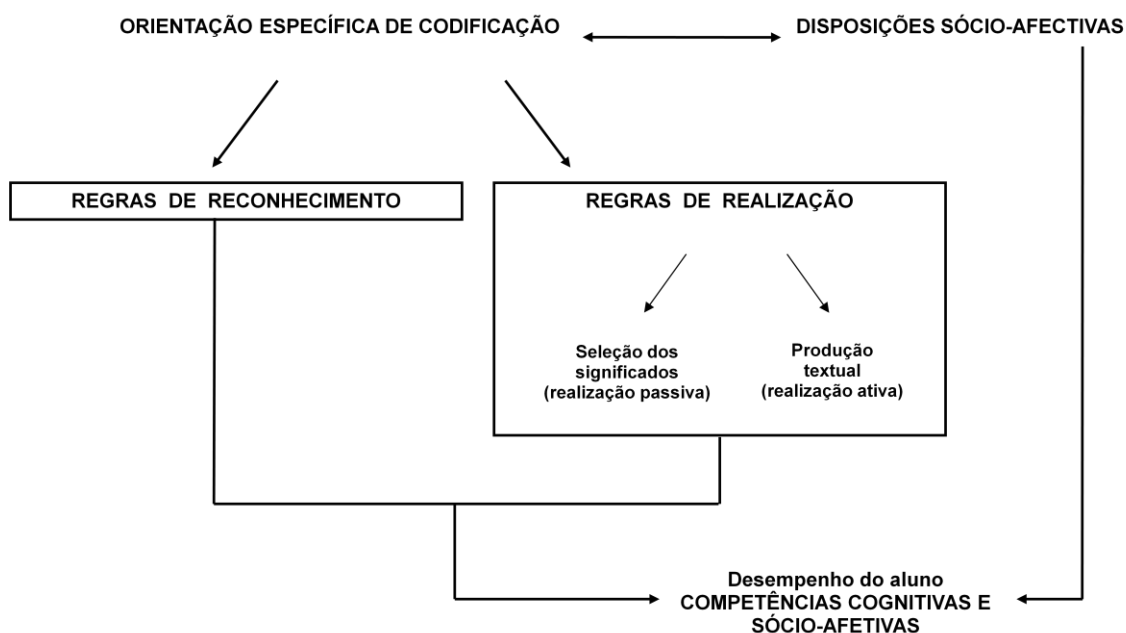


Figura 2.5. Orientação de codificação, disposições sócio-afectivas e desempenho do aluno em contextos específicos de aprendizagem (adaptado de Morais e Neves, 2001).

Desta forma, para haver uma determinada produção textual, correspondente a um determinado nível de desempenho num contexto específico, o sujeito tem de selecionar os significados adequados e produzir os textos de acordo com esses significados, mostrando assim um desempenho correto no contexto e demonstrando possuir regras de reconhecimento e de realização. Consequentemente, as falhas no desempenho do sujeito podem dever-se à falta de regras de reconhecimento, à falta de regras de realização, ou à falta de ambas.

No que se refere às regras de realização, os sujeitos podem não ser capazes de selecionar os significados, ou de os produzir, ou ambos os casos. Se são capazes de selecionar os significados mas não são capazes de produzir o texto, considera-se que têm uma realização passiva. Se produzem o texto, mostram ter realização ativa. Contudo, para que se verifique a produção do texto, os sujeitos têm também que possuir as disposições sócio-afetivas específicas do contexto, isto é, têm que ter as aspirações, as motivações e os valores apropriados (Bernstein, 1990, 2000). As regras de reconhecimento regulam as regras de realização. Estes dois princípios e as necessárias

disposições sócio-afetivas são adquiridos socialmente, tornando-se parte das estruturas internas do sujeito.

Nesta investigação, no âmbito da análise das ideologias dos professores, procedeu-se à averiguação da sua orientação específica de codificação, ou seja, da posse das regras de reconhecimento e de realização por eles manifestada, para o contexto da construção da ciência. Partiu-se assim do princípio de que, para haver produção textual adequada ao contexto da construção da ciência por parte dos professores, ou seja, para que estes fossem capazes de a implementar de forma legítima, teriam de ser capazes de reconhecer o contexto (posse das regras de reconhecimento), de selecionar os significados adequados (posse das regras de realização passiva) e de produzir os textos de acordo com esses significados (posse das regras de realização ativa).

#### 4.3. Estruturas do conhecimento

Bernstein avançou na sua teoria desenvolvendo uma linguagem de descrição que assenta na distinção entre duas formas fundamentais de discurso, o discurso horizontal e o discurso vertical, com base nas diferentes formas de conhecimento a que correspondem, conforme ilustrado no diagrama conceptual da Figura 2.6.

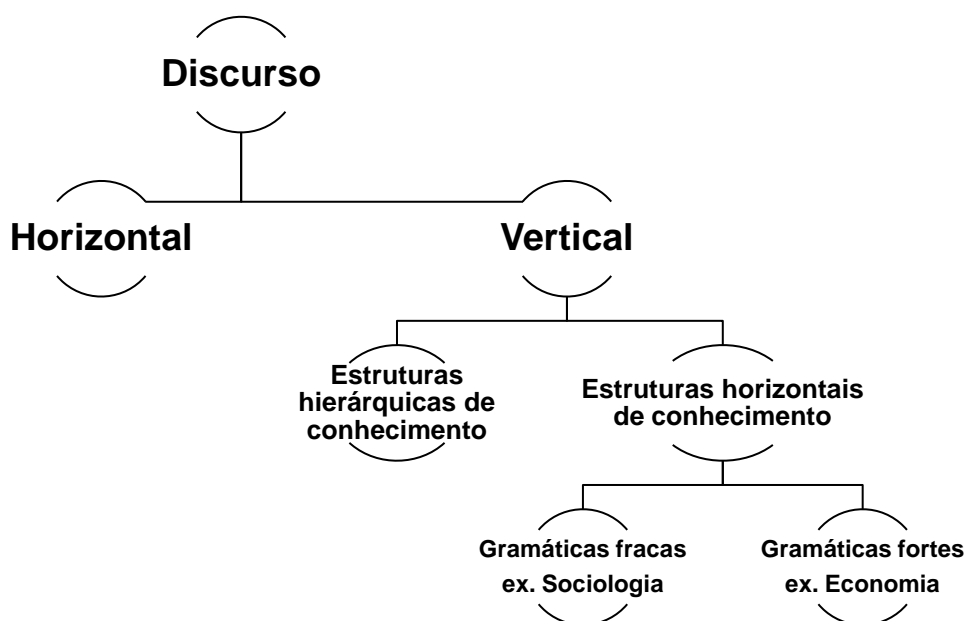


Figura 2.6. Discursos verticais e horizontais (adaptado de Bernstein, 1999).

No contexto da educação formal, a distinção entre discurso horizontal e discurso

vertical equivale à distinção que normalmente se faz entre discurso não-académico e discurso académico ou entre conhecimento local e conhecimento oficial (Bernstein, 1999). O discurso horizontal corresponde ao conhecimento do senso comum, sendo organizado de forma segmentada e consistindo num discurso “oral, local, dependente e específico do contexto, tácito e multiestratificado” (Bernstein, 1999, p. 159). Já o discurso vertical, corresponde ao conhecimento escolar ou oficial, tendo uma estrutura coerente e explícita.

Em virtude de os discursos horizontal e vertical terem uma natureza diferente, o seu modo de aquisição também deve assumir características diferentes, o que deve ser tomado em consideração ao nível da educação. No caso do discurso horizontal, tal como refere Bernstein (1999, p. 160), “os conhecimentos adquiridos num determinado segmento ou contexto, bem como a forma como são adquiridos, podem não ter qualquer relação com o que é adquirido noutro segmento ou contexto”. Por exemplo, aprender a atravessar a rua em segurança e aprender a utilizar os talheres corretamente implicam a aquisição de conhecimentos específicos de contextos diferentes. Correspondem a duas aprendizagens em que o que se aprende, bem como a forma como se aprende, não têm relação entre si. O facto de os conhecimentos do discurso horizontal estarem organizados de forma segmentada implica que a aquisição desses conhecimentos seja estruturada também de forma segmentada, podendo não haver relação entre o que é aprendido em cada um dos diferentes segmentos deste discurso. Segmentos semelhantes podem mesmo ter diferentes modalidades de código a regular a aquisição, de acordo com os grupos/classes sociais envolvidos, podendo também as práticas pedagógicas variar de acordo com os segmentos (Moraes & Neves, 2012). Por exemplo, voltando à aprendizagem da forma correta de utilização dos talheres, quando se considera esse contexto ou segmento específico, podemos estar perante diferentes modalidades de código a regular essa aquisição, em função do grupo cultural ou da classe social dos indivíduos. Esta pedagogia segmentada do discurso horizontal (Bernstein, 1999), proporciona, em geral, a aquisição de uma competência comum e não um desempenho graduado (Moraes & Neves, 2012), ou seja, um indivíduo aprende a apertar os sapatos ou não, sendo difícil considerar graus de desempenho relativamente a essa aprendizagem.

No caso do discurso vertical, os conhecimentos adquiridos são relacionados pela integração dos seus significados através de um determinado princípio coordenador, que permite a sua estruturação de modo coerente (Bernstein, 1999). Por conseguinte, o que é

adquirido, e a forma como é adquirido, é feita ao nível dos significados que se ligam coerentemente e, conseqüentemente, os procedimentos do discurso vertical não são ligados horizontalmente pelos contextos, mas ligados hierarquicamente a outros procedimentos (Bernstein, 1999; Morais & Neves, 2004). Devido à estrutura coerente que caracteriza este tipo de discurso, a sua pedagogia oficial ou institucional é um processo que decorre ao longo do tempo (Bernstein, 1999).

Bernstein (1999) considera, dentro do discurso vertical, duas modalidades diferentes de conhecimento – estruturas hierárquicas de conhecimento e estruturas horizontais de conhecimento. As estruturas hierárquicas de conhecimento (caso das ciências experimentais) integram princípios e teorias que operam a níveis cada vez mais abstratos, “no sentido de explicar a uniformidade subjacente a uma gama extensa de fenómenos aparentemente distintos” (Morais & Neves, 2012, p.3). A evolução desta forma de conhecimento, caracterizada por uma linguagem de integração, corresponde ao desenvolvimento de teorias que vão sendo cada vez mais gerais e integradoras. Por esta razão, Bernstein (1999, p. 162) refere que “as estruturas hierárquicas do conhecimento são produzidas por um código de integração”. As estruturas horizontais de conhecimento (caso das ciências sociais e das humanidades) são caracterizadas por Bernstein (1999) como consistindo numa série de linguagens especializadas com formas especializadas de questionamento e com critérios especializados para a produção e circulação de textos. Este autor explica assim que o desenvolvimento desta forma de conhecimento, caracterizada por uma acumulação de linguagens, se processa através da introdução de novas linguagens com novas formas de questionamento, novas relações, novas problemáticas e, obviamente, novos defensores.

Bernstein (1999) distingue, ainda, duas formas de conhecimento dentro das estruturas horizontais de conhecimento, em função da sua linguagem interna de descrição: os conhecimentos que possuem uma linguagem interna de descrição com gramáticas fortes (caso da economia, da matemática, da linguística e de partes da psicologia) e os conhecimentos que possuem uma linguagem interna de descrição com gramáticas fracas (caso da sociologia, da antropologia social e dos estudos culturais). As linguagens internas de descrição com gramáticas fortes são claras e explícitas no que diz respeito aos conceitos, às relações que se estabelecem entre estes, às descrições empíricas e aos modelos formais de relações empíricas. Já nas linguagens com gramáticas fracas, estes aspetos são pouco explícitos.

Ao considerar as diferenças entre as várias formas dos discursos, “Bernstein pretende pôr em evidência os princípios internos da construção de áreas distintas do conhecimento académico que são sujeitas à transformação pedagógica e chamar a atenção para os problemas de aquisição das diferentes formas de conhecimento” (Morais & Neves, 2012, p. 4). No âmbito das estruturas hierárquicas de conhecimento caracterizadas por uma gramática forte, o assunto de que se está a tratar é perfeitamente explícito para o adquiridor. O mesmo não acontece com as estruturas horizontais de conhecimento, sobretudo com as que possuem linguagens com gramáticas fracas. Com efeito, nos contextos de transmissão-aquisição deste tipo de estruturas do conhecimento, o adquiridor pode sentir dificuldade em compreender o assunto de que se está a falar ou sobre o qual se está a escrever.

Este modelo conceptual de Bernstein acerca das estruturas de conhecimento tem vindo a revelar-se muito importante no âmbito da problemática da inclusão da construção da ciência no ensino das ciências, uma vez que esta implica a integração de duas estruturas diferentes de conhecimento. Investigações realizadas pelo Grupo ESSA relativamente à inclusão conhecimento metacientífico em currículos de ciências (e.g., Castro, 2006; Ferreira, 2007a; Ferreira & Moraes, 2014a), em manuais escolares (e.g., Calado, 2007; Calado & Neves, 2012) e em práticas pedagógicas (e.g., Alves, 2007; Alves & Moraes, 2012), têm vindo a revelar problemas, por parte dos autores de programas curriculares de ciências, dos autores de manuais escolares e dos professores de ciências, na operacionalização do conhecimento metacientífico. Relativamente a estas dificuldades de implementação do conhecimento metacientífico ao nível dos diferentes contextos (currículos, manuais escolares e práticas pedagógicas), tem vindo a ser avançada uma hipótese explicativa que tem subjacente o modelo conceptual de Bernstein acerca das estruturas de conhecimento. Com efeito, sendo o conhecimento metacientífico um discurso vertical com uma estrutura horizontal, e portanto diferente da estrutura hierárquica do conhecimento científico, é provável que levante dificuldades de operacionalização aos autores dos programas e dos manuais da área das ciências, bem como aos respetivos professores, que foram socializados primariamente em estruturas hierárquicas do conhecimento. Essa dificuldade pode ainda ser acrescida pelo facto de que a inclusão da metaciência no ensino das ciências implica a transmissão-aquisição, de forma integrada, de diferentes estruturas do conhecimento, que implicam diferentes processos de transformação pedagógica.

#### **4.4. A investigação desenvolvida pelo grupo ESSA, no âmbito da teoria de Bernstein**

A investigação desenvolvida pelo grupo ESSA (Estudos Sociológicos de Sala de Aula) tem incidido nos vários níveis do processo de produção e reprodução do discurso pedagógico oficial no sistema educativo português, baseando-se na Teoria do Discurso Pedagógico de Bernstein. Ao macro-nível, esta investigação tem-se centrado em questões de política educativa relacionadas com a produção do discurso pedagógico (e.g., Neves & Morais, 2001a, 2001b) e com a sua recontextualização oficial ao nível dos currículos e programas (e.g., Castro, 2006; Ferreira, 2007a, 2014; Ferreira & Morais, 2014a; Neves & Morais, 2000; Seixas, 2007). Estes estudos têm evidenciado a ocorrência de recontextualizações dentro do campo de recontextualização oficial. Por exemplo, o estudo desenvolvido por Neves e Morais (2000) mostrou que, tendo como referência as reformas educativas de 1975 e de 1991, quando se passa do discurso regulador geral (presente nas constituições e leis de bases) para o discurso pedagógico oficial dos programas, ocorrem processos de recontextualização que se acentuam com as alterações no contexto sociopolítico. Neste estudo, as autoras caracterizaram os princípios dominantes da sociedade, presentes nas constituições e leis de bases em vigor nos períodos associados às duas reformas e o discurso pedagógico oficial presente nos programas de ciências naturais dos 5º, 6º e 7º anos de escolaridade dessas duas reformas. Também os estudos de Ferreira (2007a), Alves (2007) e Calado (2007), centrados na reforma educativa que foi implementada em Portugal em 2001, ao nível do ensino básico, mostraram a ocorrência de recontextualizações no campo oficial. Os resultados obtidos por Ferreira (2007a) mostraram que, no currículo de Ciências Naturais, no âmbito da temática “Sustentabilidade na Terra”, quando se passa das orientações gerais para as orientações específicas, há uma recontextualização do discurso pedagógico oficial no que se refere à intradisciplinaridade entre diferentes conhecimentos científicos, bem como à sua complexidade e, por conseguinte, ao nível de exigência conceptual. Calado (2007) e Alves (2007) analisaram as mesmas características do discurso pedagógico oficial desse currículo, mas no âmbito da temática ‘Viver Melhor na Terra’, tendo obtido resultados semelhantes.

Considerando ainda os processos de recontextualização oficial, mas tendo como referência o ensino secundário, destaca-se o estudo de Seixas (2007), focado na relação

teoria/prática no âmbito do programa de Biologia e Geologia do 10º ano e no seu grau de recontextualização em contexto de sala de aula. Trata-se, assim, de um estudo centrado no macro e no micro-nível do aparelho pedagógico. Os resultados deste estudo evidenciaram também recontextualizações ocorridas no interior do programa, quando se passa das orientações gerais para as orientações específicas, que se traduziram, de uma forma geral, na diminuição da valorização da componente prática da aprendizagem. Para além disso, também foram detetadas discrepâncias entre as duas componentes (Geologia e Biologia) relativamente aos aspetos analisados

Também no caso do estudo efetuado por Castro (2006), que consistiu numa análise da construção da ciência presente no programa Biologia e Geologia do 10º ano, assumindo assim especial relevância para a presente investigação, se constatou a ocorrência de processos de recontextualização no interior do programa. Efetivamente, os resultados obtidos revelaram um grau de recontextualização com expressão significativa nas duas componentes do programa, sobretudo na de Biologia, quando se passa das orientações gerais para as orientações específicas, que se traduz, de uma forma geral, numa diminuição da abrangência da construção da ciência. Para além disso, foram detetadas descontinuidades entre as duas componentes do programa ao nível dos vários aspetos analisados. Verificou-se que a construção da ciência tem uma abrangência bastante mais significativa na componente de Geologia do que na de Biologia e que as relações estabelecidas entre conteúdos científicos e conteúdos metacientíficos têm uma baixa representatividade em ambas as componentes, o que revela um baixo grau de conceptualização da metaciência nesse programa. Este estudo mostrou ainda que o grau de explicitação do texto metacientífico é baixo em ambas as componentes do programa, sobretudo na de Biologia, o que implica que, através desse documento orientador emanado pelo Ministério da Educação, seja conferido aos professores um elevado grau de controlo no ensino da metaciência.

Outro estudo que se destaca ao macronível diz respeito à investigação realizada por Ferreira (2014), com a finalidade de compreender em que medida, no que se refere ao trabalho prático, as orientações do Ministério da Educação, expressas nos documentos oficiais, as conceções dos professores e o contexto social da escola poderão influenciar as práticas pedagógicas. Esta investigação estende-se assim também ao micronível. Para o efeito, Ferreira (2014) analisou o currículo de Biologia e Geologia dos 10º e 11º anos de escolaridade, fichas de avaliação externa, entrevistas a professores



e práticas pedagógicas. Os resultados evidenciaram descontinuidades entre o currículo, as fichas de avaliação externa e as práticas das professoras quanto ao nível de exigência conceptual do trabalho prático, que se revelou mais baixo nestes dois últimos contextos (avaliação externa e sala de aula). Inferiu-se, ainda, que os processos de recontextualização que se verificaram foram influenciados pelas concepções das professoras relativas ao trabalho prático no ensino das ciências e pelo contexto social da escola.

A um nível intermédio, o meso-nível, estes estudos têm vindo a centrar-se em questões relacionadas com a recontextualização pedagógica do discurso pedagógico oficial, consistindo na análise de manuais escolares (e.g., Calado, 2007; Calado & Neves, 2012), de *software* educativo (Alves, 2007) e de contextos de formação de professores, quer a inicial (e.g., Afonso, Morais & Neves, 2002, 2005), quer a contínua (Morais & Neves, 2005). O estudo levado a cabo por Calado (2007) consistiu numa análise centrada no discurso pedagógico veiculado nos documentos curriculares e em manuais escolares de ciências naturais do 3º ciclo do ensino básico, no sentido de se determinarem as aprendizagens científicas que aqueles documentos valorizam, em relação à construção da ciência, à intradisciplinaridade, ao nível de exigência conceptual e aos critérios de avaliação. Os resultados obtidos mostraram que, no currículo, a metaciência e a intradisciplinaridade entre conhecimentos científicos e metacientíficos são pouco valorizadas e pouco explícitas e que o nível de exigência conceptual das competências científicas é considerável. Para além disso, Calado (2007) encontrou uma recontextualização do discurso pedagógico, quando este é transferido do currículo para os manuais escolares, relativamente às características analisadas. Essa recontextualização traduz-se num decréscimo da expressão e do grau de conceptualização das características analisadas, sendo mais acentuada ao nível de um dos manuais.

Alves (2007) analisou a mensagem sociológica transmitida pelo DPR de um *software* didático construído com base no currículo de Ciências Naturais do 9º ano de escolaridade e pela prática pedagógica de professores de ciências. Esta análise foi realizada com referência à construção da ciência, à intradisciplinaridade, à exigência conceptual e aos critérios de avaliação. Os resultados obtidos permitiram constatar, ao nível do *software* didático analisado e da prática pedagógica das professoras envolvidas no estudo, a existência de processos de recontextualização do discurso pedagógico do

currículo dessa disciplina, no sentido da diminuição da valorização das características consideradas, quando comparada com a já baixa valorização expressa no currículo.

Ainda ao nível do campo de recontextualização pedagógica destaca-se também o estudo de Calado e Neves (2012), que incidiu no discurso pedagógico presente em dois manuais escolares de Ciências Naturais do 9º ano de escolaridade, com referência aos aspetos do discurso pedagógico considerados por Alves (2007) e já analisados no currículo dessa disciplina: construção da ciência, intradisciplinaridade, exigência conceptual e critérios de avaliação. Os resultados obtidos evidenciaram uma recontextualização acentuada do discurso pedagógico, quando passa do currículo dessa disciplina para os respetivos manuais. Estes processos de recontextualização traduziram-se na diminuição da expressão e da conceptualização das características pedagógicas analisadas tendo, de um modo geral, essa recontextualização sido maior no manual mais selecionado pelas escolas.

No micro-nível, no qual tem incidido a maior parte da investigação desenvolvida pelo grupo ESSA, têm vindo a ser exploradas as relações presentes no contexto de reprodução do discurso pedagógico oficial em sala de aula (e.g., Ferreira, 2014; Morais & Neves, 2003; Pires, Morais & Neves, 2004; Seixas, 2007). Para além dos contextos de sala de aula, também foram desenvolvidos estudos que incidiram em contextos de educação informal (Botelho & Morais, 2003, 2004), de aprendizagem familiar, os quais têm sido sempre analisados em relação com contextos escolares (e.g., Afonso & Neves, 1998; Cardoso & Morais, 1990; Morais & Neves, 1993; Morais, Fontinhas & Neves, 1992; Neves & Morais, 1993a, 1993b; Neves & Morais, 1996; Neves, 2000; Pires & Morais, 1997a, 1997b). A finalidade dos estudos que se centram no micro-nível do aparelho pedagógico tem consistido em explorar o significado sociológico da relação entre a orientação de codificação dos sujeitos e o seu desempenho, procurando-se, deste modo, definir práticas pedagógicas conducentes à melhoria do aproveitamento dos alunos, principalmente dos socialmente mais desfavorecidos. A este nível, esta investigação permitiu mostrar que as relações específicas de poder e de controlo nas salas de aula e nas escolas levam a um acesso diferencial na aquisição de regras de reconhecimento e de realização e também a diferentes disposições sócio-afectivas. Quando os alunos são socializados na família com códigos e práticas familiares semelhantes aos códigos pedagógicos e às práticas das escolas, o que acontece normalmente nos estratos sociais mais elevados, adquirem mais facilmente as regras de

reconhecimento e de realização, o que coloca os alunos das classes mais desfavorecidas em desvantagem. Esta situação pode ser alterada com práticas pedagógicas, que, devido às suas características, permitam a esses alunos o acesso ao código da escola.

Destaca-se ainda a investigação desenvolvida por Saraiva (2016), tendo por foco o ensino da metaciência na formação inicial de professores em Escolas de Educação do Ensino Superior público em Portugal. Neste estudo, a construção da ciência foi analisada ao nível da mensagem dos programas das unidades curriculares da Formação na Área da Docência no Estudo do Meio, da Licenciatura em Educação Básica de sete Escolas Superiores de Educação, de materiais curriculares, da prática pedagógica decorrente da implementação desses materiais (plano de formação) e, por último, das concepções dos estudantes sobre metaciência e o ensino das ciências, antes e após a aplicação desse plano de formação. Os resultados desta investigação evidenciaram o potencial de um contexto específico de formação que enfatize o ensino explícito da metaciência para melhorar a aprendizagem da metaciência por parte dos futuros professores. Efetivamente, as suas concepções sobre ciência e o ensino das ciências, inicialmente com um forte pendor positivista e algo ingénuo, evoluíram favoravelmente ao longo do plano de formação que lhes foi aplicado, tendo-se tornado mais adequadas às perspectivas atuais.

A presente investigação centra-se nos três níveis do aparelho pedagógico referidos: no macronível (campo de recontextualização oficial), pela análise do programa de Biologia e Geologia do 10.º ano, no mesonível (campo de recontextualização pedagógica), pela análise dos manuais escolares de Biologia e Geologia do 10.º ano e no micronível (campo de reprodução pedagógica), pela análise das concepções de professores de Biologia e Geologia sobre a construção da ciência.

## **5. CURRÍCULO, MANUAIS ESCOLARES E CONCEÇÕES DOS PROFESSORES – ASPETOS GERAIS**

Atendendo a que, no âmbito deste estudo a construção da ciência foi analisada ao nível de um programa curricular, de manuais escolares e das concepções de professores, entendeu-se pertinente dedicar esta parte do enquadramento teórico a uma

revisão da literatura de caráter mais amplo (e não focada na construção da ciência, como foi feito na segunda parte do enquadramento teórico) relativamente a esses três objetos do estudo. São assim discutidos alguns conceitos de currículo e apresenta-se o contexto curricular em que surgiu o programa objeto de análise nesta investigação. De seguida, discutem-se as relações políticas/sociais/educativas que condicionam a produção dos manuais escolares e, por fim, também são apresentados e discutidos alguns conceitos relacionados com o desenvolvimento profissional dos professores, nomeadamente conceções, crenças, conhecimento e ideologias.

## **5.1. Currículo**

A palavra currículo deriva do termo latino curriculum, cuja forma verbal *currere* significa corrida ou percurso. Neste sentido, em sentido amplo, pode entender-se, por currículo, um curso de ação referente ao trabalho de educar um indivíduo, um grupo de indivíduos ou toda uma nação (Lovat & Smith, 2003). O termo currículo pode também ser usado num sentido mais restrito, quando se refere ao programa curricular de uma disciplina.

Não existe propriamente uma definição consensual de currículo já que este é um conceito complexo e dinâmico que tem sido encarado sob múltiplas perspetivas no que se refere ao seu conteúdo e à sua construção. Contudo, as variadas definições de currículo que têm vindo a surgir podem agrupar-se em dois grandes grupos, em função de duas perspetivas centrais que lhes são subjacentes.

Numa dessas perspetivas, currículo é centrado na escola e nos sujeitos, sendo considerado como um conjunto de experiências, vivências e atividades na escola convergentes para objetivos educacionais, e, por isso, estas devem ser trabalhadas de forma inter-e-transdisciplinar por forma a facilitar o processo de ensino-aprendizagem dos alunos (Machado (1999). Está-se assim perante uma perspetiva de flexibilidade curricular, de acordo com a qual o currículo deve ser aberto, condicionado pelo contexto da sua aplicação. Não obedece assim a um plano específico previsto, mas sim a um todo global organizado em função de questões que emergem do contexto local. Para Pacheco (2000) esta é uma perspetiva crítica, ou seja, uma teoria fenomenológica do desenvolvimento curricular centrada na escola e nos sujeitos (Pacheco, 2000), que

privilegia a diversidade. Enquadrado nesta perspetiva, Machado (1999) considera que o currículo envolve sempre um propósito, um processo e um contexto, resultando da confluência de diversas práticas, exercidas por diferentes atores, em diferentes momentos.

Noutra perspetiva curricular, defendida por autores como Tyler (1950), Taba (1962) e D'Hainaut (1980), o currículo é centralizado pela administração central, sendo considerado como um conjunto de conteúdos, organizados por disciplinas, temas e áreas de estudo, que traduz um determinado plano de ação pedagógica. Este assume determinadas perspetivas de educação e preconiza finalidades, metodologias de aprendizagem, propostas de atividades, recursos materiais necessários para as desenvolver e forma de as avaliar. No sistema educativo português, o currículo do ensino secundário, nível de educação focado neste estudo, enquadra-se nesta perspetiva de currículo. Assim, os programas curriculares nacionais das várias disciplinas constituem o currículo nacional e enformam uma determinada forma de o gerir, adequada a finalidades estabelecidas em função de um contexto que assume várias dimensões, educacional, social, político e económico. Pacheco (2000) propôs uma perspetiva intermédia, definindo currículo como “um território organizado, através de normativos, de orientações, de interesses profissionais e de interesses de aprendizagem, na base dos pressupostos da globalidade da ação educativa, da flexibilidade curricular e da integração das Atividades educativas” (p.8). Em Portugal, os fundamentos do currículo nacional do ensino básico, criado no âmbito do processo de reorganização curricular de 2001 (Decreto-Lei n.º 6/2001), contemplavam a flexibilidade curricular. Esta acabou por não ser verdadeiramente implementada, mas era assumida em vários dos documentos enquadradores desse currículo, que entretanto foram revogados. No entanto, ainda não foram substituídos por outros que dêem a conhecer as atuais perspetivas curriculares do ensino básico. Mantiveram-se as orientações curriculares da maior parte das disciplinas e definiram-se metas curriculares com base nestas, mas está-se numa situação de vazio relativamente ao paradigma curricular que lhes é subjacente.

De acordo com Roldão (1999), o currículo, concebido como conjunto de programas nacionais universais – largamente dominante ainda no contexto do sistema português – começa, contudo, claramente, a não dar resposta às necessidades sociais atuais e sobretudo futuras. As mudanças operadas na sociedade atual geram uma pressão social sobre o Ministério da Educação e sobre a escola no sentido de ajustar o

currículo e a sua gestão às necessidades emergentes desta época de mudança. E é em função do contexto e das necessidades atuais, bem como dos alunos a quem se destina, que a reformulação do conteúdo do currículo deve ser considerada. Este carácter de construção do currículo implica que este tenha constituído, desde sempre, um espaço de conflito e não um espaço de consenso. Com efeito, decidir qual o corpo de aprendizagens que deve integrar o currículo sempre foi objeto de tensões várias e, consequentemente, de negociação. De acordo com Roldão (1999),

o que se considera desejável varia, as necessidades sociais e económicas variam, os valores variam, as ideologias sociais e educativas variam e/ou conflituam num mesmo tempo – e o currículo escolar corporiza, ao longo dos tempos e em cada contexto, essa variação e essa conflitualidade. (p. 24)

Os programas das várias áreas disciplinares do currículo constituem, segundo Roldão (1999), apenas instrumentos do currículo, e por isso reconvertíveis, mutáveis e contextuais e o que tem de ser claro e relativamente estável numa sociedade não são os programas, mas as aprendizagens curriculares a garantir, que deverão aliás ser objeto de avaliação e prestação de contas à sociedade. Desta forma, pretende-se que os programas estabeleçam as áreas de desenvolvimento, e dentro de cada uma dessas áreas, as linhas de orientadoras, os conteúdos, os métodos de aprendizagem e de avaliação, e que cada um dos programas dê o seu contributo para o cumprimento das grandes finalidades curriculares.

A conceptualização de Bernstein (1973) relativamente ao currículo permite compreender melhor os fundamentos dos vários conceitos que o definem.

Para Bernstein (1973), o currículo é um sistema de mensagem que corresponde ao conhecimento válido (conhecimento formal) a ser transmitido, o qual é veiculado através de três sistemas de mensagem – currículo, pedagogia e avaliação. O currículo é condicionado pelo tipo de código pedagógico, pelo que os diferentes tipos de currículo têm subjacentes diferentes códigos de conhecimento educacional. Recorrendo aos conceitos de classificação e de enquadramento, Bernstein (1973) considera dois tipos de código de conhecimento educacional: código de coleção e código de integração. O código de coleção determina um currículo (currículo de coleção) em que o conhecimento está organizado em conteúdos isolados, com fronteiras bem definidas entre si (classificação forte), sendo a tutela (Ministério da Educação) a detentora do controlo (enquadramento forte) sobre o *o que* é transmitido e adquirido, bem como sobre o *o como* da transmissão no contexto da relação pedagógica. Também a estrutura organizacional do aparelho pedagógico, incluindo a escola, é regulada por classificações e enquadramentos fortes, com fronteiras bem definidas entre a

tutela e os professores, entre estes e os alunos e entre a escola e a comunidade local. Este código de coleção pressupõe assim a existência de hierarquias bem visíveis e a centralização do controlo nas categorias de estatuto mais elevado: o Ministério da Educação, a direção das escolas, o professor, consoante a relação que se está a considerar. Considera-se, por isso, um currículo de tipo centralizado. Por outro lado, o código de integração caracteriza-se por classificações e enquadramentos fracos, preconizando um currículo (currículo de integração) em que as fronteiras entre os conteúdos são esbatidas (classificação fraca), estabelecendo-se relações entre estes. O conhecimento organiza-se em função de uma ideia central integradora, assente em princípios gerais com elevado nível de abstração, para a qual convergem os vários conteúdos. A tutela (Ministério da Educação) tem um fraco controlo (enquadramento fraco) sobre o *o que* é transmitido e adquirido, bem como sobre o *o como* dessa transmissão. O *o que* e o *o como* do currículo são estabelecidos em função do contexto da escola, da comunidade e das diferentes características dos alunos, sendo assim controlados pelo contexto local. Por esta razão, considera-se o currículo de integração como um currículo descentralizado, adaptado ao contexto, e portanto centrado na escola/comunidade e nos sujeitos, mas que obedece a uma ideia central que constitui a matriz integradora dos vários conteúdos. Na ausência desta, está-se perante um currículo descentralizado mas não de um currículo integrado.

O código de integração determina assim uma estrutura organizacional do aparelho pedagógico regulada por classificações e enquadramentos fracos, com um enfraquecimento das fronteiras entre a tutela e os professores, entre os professores das diferentes disciplinas, que estabelecem relações horizontais de trabalho, entre professores e alunos e entre a escola e a comunidade.

Cabe assinalar que, tal como refere Bernstein (1973), o currículo de integração, na sua expressão mais extremada, apenas existe ao nível da teoria e da ideologia. Na verdade, entre as duas posições extremas dos códigos de conhecimento educacional, existem diversos matizes de integração/coleção em função dos distintos graus de poder e de controlo que se verificam nas relações entre categorias (Ministério da Educação, professores, alunos, espaços, conteúdos de aprendizagem, escola, comunidade, família, etc.).

### **5.1.1. Contexto em que surgiu o programa de Biologia e Geologia do 10º ano**

No ano lectivo de 1996/97, o Ministério da Educação promoveu, através dos Departamentos da Educação Básica e do Ensino Secundário, o projeto de reflexão participada dos currículos do ensino básico e secundário. Neste sentido, o Ministério da Educação promoveu um conjunto de debates de âmbito nacional, em que participaram, como parceiros educativos, escolas, professores e respetivas associações profissionais, sociedades científicas, associações de pais, universidades, associações empresariais e individualidades do mundo académico económico e cultural. Com este processo de debate e diálogo social, o Ministério da Educação pretendeu constituir um conjunto de elementos de referência, a partir de uma significativa diversidade de perspetivas e de concepções (Fernandes, Neves, Roque & Pais, 1998). Em resultado deste processo de reflexão participada e em função dos problemas diagnosticados<sup>14</sup>, estabeleceram-se as grandes necessidades ao nível da política educativa, tendo sido estabelecidos pelo Ministério da Educação os princípios orientadores do reajustamento curricular ao nível do ensino básico e secundário.

Foi então apresentada, pelo Ministério da Educação, em Julho de 1998, a revisão curricular dos ensinos básico e secundário. As finalidades desta revisão curricular consistiram em “promover nos jovens [...] os conhecimentos, as capacidades e atitudes fundamentais, estruturantes e de natureza instrumental, que lhes permitam prosseguir os seus percursos profissionais, académicos e pessoais.” (DES, 2000, p. 19).

No ensino secundário estabeleceram-se medidas que deram início a um longo processo de elaboração/reajustamento dos programas das várias disciplinas, consensualmente considerados extensos, enciclopédicos e académicos. O objetivo era rever os conteúdos programáticos, na procura da essencialidade e da operacionalidade dos saberes, promover a sua articulação horizontal e vertical e alterar a filosofia tradicional que está subjacente às suas orientações de cariz didático e pedagógico.

No que diz respeito à área das ciências, o então Departamento do Ensino Secundário

---

<sup>14</sup> Dos problemas detetados destacavam-se, ao nível do ensino secundário e, mais concretamente, ao nível dos programas das várias disciplinas, o excesso de conteúdos e a sobrevalorização dos conteúdos académicos em detrimento do desenvolvimento de competências, de capacidades e de diversificação pedagógica e didática.



(DES) teve em consideração perspectivas como a que defende Pedrosa (2000, p. 43), quando refere que emerge “a necessidade de intervenções consistentes e articuladas que evidenciem a natureza reconstrucionista do conhecimento científico”. Ainda de acordo com Pedrosa (2000), este modo de atuação deveria simultaneamente incluir atividades *hands-on* e *minds-on* e fomentar a construção pelos alunos, do seu próprio conhecimento através de atividades de carácter investigativo e de resolução de problemas. O ensino experimental das ciências constituiu uma das prioridades desse processo de revisão curricular, tendo sido criada em 1999, a Comissão de Acompanhamento do Ensino das Ciências do Departamento do Ensino Secundário, responsável por delinear um plano de formação no Ensino Experimental das Ciências (Dourado & Freitas, 2000). Para além disso, o Departamento do Ensino Secundário, no âmbito dessa revisão curricular, promoveu a publicação de materiais de apoio aos professores das áreas da Biologia e Geologia e da Física e Química. O objetivo era constituir um espaço de divulgação científica e didática promotor de um ensino renovado das ciências onde a componente experimental fosse valorizada (Teixeira, 2001).

As orientações que presidiram à elaboração dos programas da área das ciências experimentais visavam contemplar as perspectivas mais atuais do ensino das ciências, com particular enfoque na sua dimensão prática/experimental, na integração da teoria com a prática e na contextualização das aprendizagens. Foi então neste contexto que decorreu o processo de elaboração do programa de Biologia e Geologia do 10º ano, objeto desta investigação.

Esta revisão curricular do ensino secundário (Decreto-Lei nº 7/2001) não chegou a ser implementada, tendo sido suspensa em Abril de 2002, quando, em sequência das eleições legislativas de Março desse mesmo ano, entrou em funções um novo governo. Esta suspensão foi decidida “ (...) com base no facto de não estarem reunidas as condições essenciais para a efectiva aplicação prática desta revisão curricular” (Ministério da Educação, 2002). O Ministério da Educação concebeu, então, uma nova revisão curricular do ensino secundário, cujo documento orientador foi apresentado para discussão pública, em Novembro de 2002, a qual contou com a participação de professores, investigadores, representantes dos mais variados sectores da sociedade portuguesa, associações científicas, profissionais, empresariais e sindicais, tendo os seus contributos sido incorporados no documento final do ensino secundário (Ministério da Educação, 2002). Foram então concebidos novos planos curriculares, mas mantiveram-se os programas das disciplinas elaborados no âmbito da anterior revisão curricular.

## 5.2. Manuais escolares

Nesta secção são apresentados e discutidos conceitos e ideias-chave relativos aos manuais escolares, debatendo-se o contexto político/social/educativo em que estes se inserem, com referência à sua evolução histórica e papel em termos educativos.

### 5.2.1. Conceito de manual escolar

O manual escolar tem sido apresentado sob uma multiplicidade de denominações: manual escolar, livro escolar, livro didático e livro de texto, e diferentes conceptualizações em função dos aspetos envolvidos nessas denominações (Chopin, 2009). Por exemplo, Gerard e Roegiers (1998) consideram que um manual escolar pode ser definido como um instrumento impresso intencionalmente estruturado para se inscrever num processo de aprendizagem, com o fim de lhe melhorar a eficácia (p. 19). Na Lei n.º 47/2006, de 28 de Agosto, que define o regime de avaliação, certificação e adoção dos manuais escolares do ensino básico e do ensino secundário, bem como os princípios e objetivos a que deve obedecer o apoio socioeducativo relativamente à aquisição e ao empréstimo de manuais escolares, é avançado, na alínea b) do artigo 3.º, o seguinte conceito de manual escolar:

[...] entende-se por: [...] b) [Manual Escolar] o recurso didático-pedagógico relevante, ainda que não exclusivo, do processo de ensino e aprendizagem, concebido por ano ou ciclo, de apoio ao trabalho autónomo do aluno que visa contribuir para o desenvolvimento das competências e das aprendizagens definidas no currículo nacional para o ensino básico e para o ensino secundário, apresentando informação correspondente aos conteúdos nucleares dos programas em vigor, bem como propostas de atividades didáticas e de avaliação das aprendizagens, podendo incluir orientações de trabalho para o professor. (Lei n.º 47 de 28 de agosto, 2006, p. 6213)

Mas, de acordo com a revisão da literatura acerca desta temática, o papel dos manuais escolares vai muito para além de um mero apoio ao processo de ensino-aprendizagem. Magalhães (2006, p. 5-6) considera o manual escolar como “produto de uma dialética entre discurso e episteme” e identifica-o como “o principal ordenador da cultura, da memória e da ação escolares”, resultante de “uma combinatória de saber/conhecimento/ (in)formação”. Também para Morgado (2004), para além da importância dos manuais escolares como elementos estruturantes dos conteúdos que são trabalhados nas aulas, determinando de forma direta ou indireta grande parte das atividades de

escolarização, há que ter em consideração que estes “são portadores de uma conceção de sociedade e cultura que, não sendo neutra, se encontra mediatizada por certos interesses ideológicos e políticos” (p. 49). A conceção dos manuais é assim fortemente condicionada pelas mutações políticas, económicas, sociais e culturais ao longo dos tempos (Pinto, 2003) e os registos históricos sobre a educação e o ensino demonstram que, desde há muito tempo, os manuais escolares têm vindo a desempenhar um papel importante na organização e realização dos processos de ensino-aprendizagem, conseguindo sobreviver a diferentes políticas educativas e curriculares e em contextos culturais muito distintos (Morgado, 2004).

Por conseguinte, ao longo dos tempos os manuais têm vindo a estruturar o pensamento pedagógico, a ação didática, o conceito de escola, o método de transmissão e a apropriação do conhecimento (Magalhães, 2011). Esta ideia está bem patente nas seguintes palavras de Magalhães (1999):

[...] enquanto objeto de cultura, [o manual escolar] representa e contém opções culturais mais ou menos explícitas, mais ou menos assumidas e como tal, valoriza e prescreve como verdade e como ciência determinado conhecimento, mas silencia, negligencia, marginaliza muitos outros saberes. (p. 285)

O estudo dos manuais escolares é assim considerado como um meio para conhecer uma época e para caracterizar políticas e modelos educativos, tal como expressa Magalhães (2011), numa retrospectiva histórica sobre os manuais escolares em Portugal,

no interior da cultura escolar e da cultura escrita, a história do manual permite uma aproximação à ordem do conhecimento e às práticas pedagógicas, bem como a projeção e a inferência de distintas formas de aculturação e sociabilidade. (p. 20)

Também Guimarães, Lima e Magalhães (2003) sublinham que “o papel determinante do manual escolar e o seu maior ou menor contributo na didática constituem uma fonte de investigação sobre e na realidade pedagógica” (p. 608).

### **5.2.2. História dos manuais escolares em Portugal**

Em Portugal, os manuais escolares, inicialmente destinados apenas para uso exclusivo dos professores (Cavadas, 2008), começaram por ser um objeto raro, de difícil manuseamento e de utilização coletiva, tendo-se transformado progressivamente num

objeto comum, de acesso mais fácil e de utilização individual (Castro, 1995). Passou a haver uma crescente preocupação com o rigor textual, nos aspetos de conteúdo e de forma, bem como uma valorização do livro enquanto suporte do texto escrito e da razão escolar (Magalhães, 2011).

Na época da 1ª República, os novos ideais políticos e sociais refletiram-se no sistema de ensino, tendo-se produzido alterações nos currículos, apelado a novos processos didáticos e a novas pedagogias, de acordo com os objetivos liberais do regime republicano (Claudino, 2011). A própria qualidade dos manuais escolares foi melhorada nessa época “refletindo a convicção crescente de que o bom manual é aquele que atrai o aluno pelo seu aspeto gráfico.” (Claudino, 2011, p.76).

Mais tarde, durante o Estado Novo, foi instituído o sistema de livro único, cabendo ao Ministério de Educação escolher, para cada disciplina e ano de escolaridade, o livro a adotar em todas as escolas do país (Claudino, 2011). Os livros únicos, usados em regime de exclusividade durante duas décadas, transmitiam os valores defendidos pelo Estado Novo, relacionados com os heróis e figuras da História de Portugal e com a família e a Igreja, difundindo assim os símbolos nacionais.

Com a instauração da democracia em Portugal o livro único foi abolido, dando lugar à produção livre de manuais, que começaram a proliferar no mercado livreiro, (Claudino, 2011; Tormenta, 1999). Para além disso, nos últimos 30 anos o conceito de manual sofreu profundas alterações, em função de novas exigências da sociedade e do ensino. A este propósito, Afonso (2014) sustenta que,

aparentemente, as mudanças na definição de manual escolar, deslocam a centralidade do professor para o aluno como principal utilizador desse instrumento educativo e denunciam uma preocupação com a aplicação de metodologias de ensino ativas. (p.26)

Aliás, há que ter em consideração que o conceito de manual escolar e a sua regulação em termos legislativos surge a par com as revisões curriculares (Afonso, 2014; Tormenta, 1999). Na Lei de Bases do Sistema Educativo (Lei n.º 46/86, de 14 de outubro), que regulamenta o alargamento da escolaridade obrigatória para 9 anos, é feita referência a um conjunto de recursos materiais de apoio ao processo de ensino-aprendizagem, surgindo o manual escolar em primeiro lugar.

Na década de 90 do século passado deu-se início a um processo de reforma curricular que foi implementada a partir de 2001/2002 para o 1.º e 2.º ciclos e de 2002/2003 para o 3.º ciclo do ensino básico. Com o Decreto-Lei n.º 369/90, os manuais

escolares passam a ser explicitamente dirigidos aos alunos, privilegiam em primeiro lugar as competências e em segundo plano os conteúdos e podem conter atividades de aplicação de conhecimentos e de avaliação. Neste diploma legal, é também definido o período de vigência dos manuais escolares para os vários ciclos de ensino e estabelece-se o processo de apreciação e controlo dos manuais para garantir a sua qualidade científica e pedagógica, mediante comissões constituídas e nomeadas para o efeito.

Mais tarde, mas ainda durante o processo de reforma curricular, o Decreto-Lei n.º 176/96 continua a valorizar, ao nível dos manuais escolares, o desenvolvimento de capacidades e atitudes, mas passa a dar maior relevância aos conteúdos. A Lei n.º 47/2006, de 28 de Agosto, veio a acrescentar ao conceito de manual escolar a particularidade de este dever passar a ser concebido segundo o princípio da gestão flexível do currículo, sendo um recurso entre outros que o professor e o aluno devem usar. Ainda de acordo com este diploma legal (Artigo 7.º), um dos objetivos do procedimento de avaliação e certificação de manuais escolares consiste em

garantir a qualidade científica e pedagógica dos manuais a adotar, assegurar a sua conformidade com os objetivos e conteúdos do currículo nacional e dos programas ou orientações curriculares em vigor e atestar que constituem instrumento adequado de apoio ao ensino e à aprendizagem e à promoção do sucesso educativo.

Verifica-se, assim, que, tal como afirma Claudino (2011), o Ministério de Educação foi criando ao longo dos tempos mecanismos legais de controlo da qualidade dos manuais em circulação, divulgando critérios e procedimentos a adotar pelas escolas para a escolha dos manuais escolares. Diversos diplomas (e.g., Lei n.º 47/2006; Decreto-Lei n.º 261/2007; Despacho n.º 29 864/2007) estabelecem formas de garantir a qualidade pedagógica e científica dos manuais escolares, inicialmente realizada por comissões de peritos escolhidos pelo Ministério de Educação, atualmente por entidades creditadas para o efeito, como por exemplo Instituições de Ensino Superior.

Com a produção livre de manuais, começou a sua proliferação no mercado livreiro e o aparecimento de várias editoras no mercado nacional, iniciando-se um período de mercantilização do livro didático (Claudino, 2011; Tormenta, 1999). Tal como refere Figueiredo (2013), em Portugal os manuais escolares são objetos comerciais associados a empresas privadas que visam obter lucros com a sua venda. Este autor chegou mesmo a comparar o manual escolar a um medicamento, que é prescrito por técnicos, neste caso os professores, em representação da instituição escola, chamando a atenção para o facto de esta situação ser, talvez, “o primeiro e o mais

evidente indício das relações de poder que se estabelecem entre o estado, representado pela escola, as editoras e os consumidores finais” (p. 50).

Efetivamente, a escolha dos manuais passou a ser um problema com que os professores se debatem, tanto mais que as editoras desenvolvem ações de *marketing* cada vez mais agressivas, que se caracterizam pela enorme pressão que é exercida sobre os docentes para escolherem os seus manuais (Claudino, 1997).

Para além disso, assinala-se a enorme explosão de suportes de ensino, informatizados, audiovisuais, Internet e outros, continuando, no entanto, o manual escolar a ser o suporte de aprendizagem mais difundido e mais usado pelos professores Claudino, (2011). Na presente tese a análise dos dois manuais escolares relativamente à construção da ciência incide na parte do manual que se destina aos alunos – corpo do manual – e nos materiais de apoio aos professores que estão associados a cada manual, os quais são, em ambos os casos, em suporte *online*.

### **5.2.3. Papel dos manuais escolares no contexto educativo**

Gérard e Roegiers (2009) consideram as funções dos manuais organizadas em dois grupos: (1) as funções relativas ao aluno e (2) as funções relativas ao professor<sup>15</sup>. Segundo estes autores, para os alunos, o manual tem como função essencial proporcionar aprendizagens e conhecimentos que lhes permitam relacionar-se com o meio envolvente e uma melhor inserção na sociedade. Neste sentido, Gerard e Roegiers (1998) valorizam, para além dos conhecimentos, a aprendizagem de atitudes face à vida e de métodos de trabalho, referindo o caso de manuais que “despertam para a pesquisa científica, para a aprendizagem do resumo, para a organização de conhecimentos, para a recolha de informações, etc” (p. 75).

Quanto às funções dos manuais relativas ao professor, estes autores destacam o seu papel em termos de informação científica, proporcionando-lhes o acesso aos conhecimentos científicos e tecnológicos mais atuais, bem como de formação pedagógica, ao fornecer-lhes sugestões relativas a metodologias de ensino e de avaliação. Gérard e Roegiers (2009) chegam mesmo a considerar que o manual pode

---

<sup>15</sup> Esta categorização não está, necessariamente, relacionada com a existência de dois livros distintos, um do aluno e outro do professor, mas antes com o uso dado ao manual escolar por cada um dos atores.

preencher um “papel de formação contínua do professor fornecendo-lhe uma série de pistas aptas a melhorar ou a renovar a sua prática pedagógica” (p. 101).

Choppin (2004), tal como Gérard e Roegiers (2009), também valoriza o papel dos manuais enquanto veículo de valores sociais e culturais, mas define as suas funções de forma mais abrangente, assumindo que estes têm quatro funções essenciais:

- a) Função curricular ou programática – o livro escolar deve ser fiel à tradução do programa, constituir-se como suporte de conteúdos educativos e ser depositário dos conhecimentos, técnicas e habilidades que a sociedade considera ser necessário transmitir às novas gerações;
- b) Função instrumental – uma vez que propõe exercícios e atividades e tenta pôr em prática metodologias de aprendizagem que, em conjunto, facilitem a memorização de conhecimentos, favoreçam a aquisição de competências (disciplinares ou transversais) e a apropriação de habilidades e estimulem a adoção de métodos de análise e de resolução de problemas;
- c) Função ideológica e cultural – a sua função mais antiga, sendo ao longo dos tempos um veículo essencial da língua, da cultura e dos valores das classes dominantes, um meio preponderante na construção de identidade(s) e um instrumento político, já que tem contribuído, de forma mais ou menos explícita, para a aculturação e o endoutrinação das gerações mais jovens;
- d) Função documental – função desempenhada sobretudo em ambientes pedagógicos que estimulam a iniciativa, o protagonismo e a autonomia do aluno, sendo visto como um conjunto de documentos textuais e icónicos, cuja consulta, observação e leitura não dirigidas favorecem o desenvolvimento do seu espírito crítico. (pp. 552-553)

Os manuais escolares constituem-se como mediadores entre as intenções expressas no currículo e os professores, a quem cabe implementá-lo em contexto de sala de aula (Pacheco, 2001; Schmidt, McKnight e Raizen, 1997; Valverde, Bianchi, Wolfe, Schmidt & Houang, 2002). Segundo estes autores, este papel de mediação pode variar, em função das especificidades dos diferentes países, dos diferentes sistemas educativos e dos contextos escolares. No entanto, tal como afirma Morgado (2004), independentemente do país a que possamos referir -nos, a verdade é que os manuais escolares têm estabelecido uma relação estreita entre as práticas pedagógicas e os propósitos das aprendizagens ministradas, conseguindo interferir na forma como os professores desempenham o seu trabalho, nos tipos de conhecimentos que se veiculam nas escolas e, por consequência, nas decisões que se tomam relativamente a essas questões. No entanto, há que ter em consideração que a utilização dos manuais escolares pelos professores pressupõe sempre um trabalho de adequação do discurso e das metodologias de ensino que estes preconizam à realidade das suas práticas letivas (Cavadas & Guimarães, 2012).

Aliás, tal como tem vindo a ser extensivamente documentado em estudos em muitos países (e.g., Cavadas & Guimarães, 2012; Chiappetta et al., 1991; DiGiuseppe, 2014; Leite, Costa & Esteves, 2008; Miller & Krumhansl, 2009; Pacheco, 2001; Pereira & Amador, 2007; Santos, 2001, 2004; Squire, 1992; Valverde et al., 2002; Wang, 2002), os professores baseiam-se mais nos manuais do que nos programas curriculares, o que demonstra bem a importância que estes desempenham nas suas práticas letivas, determinando o que se ensina e o que os alunos aprendem (Chiappetta & Koballa, 2002). Esta fidelidade dos professores aos manuais escolares justifica bem a importância de compreender a natureza das aprendizagens (oportunidades educacionais) que estes proporcionam aos alunos (Squire, 1992; Valverde et al. 2002). Viseu e Morgado (2004) alertam mesmo para o risco de os manuais escolares, em vez de constituírem um auxiliar precioso do professor, contribuindo até para aprofundar o seu desenvolvimento profissional, acabarem por se revelar como um instrumentalizador das suas práticas, podendo vir a constituir um “veículo de desprofissionalização docente” (p. 995).

Atendendo ao papel dos manuais escolares que tem vindo a ser apontado pelos diversos autores (e.g., Choppin, 2004; Gérard & Roegiers, 2009), é legítimo avançar que esses textos pedagógicos não devem ser limitados apenas a uma compilação dos conteúdos constantes dos programas curriculares. Espera-se igualmente, tal como referem Cavadas e Guimarães (2012), que sigam um modo de trabalhar os conteúdos que incentive os alunos e os professores que utilizam os manuais a percorrerem um verdadeiro caminho de construção do saber. Este deve ter em consideração os princípios orientadores relativos às metodologias de ensino-aprendizagem que constam dos programas curriculares.

É assim consensual, entre os diversos autores, que os manuais escolares deverão subordinar-se aos conteúdos, princípios e modelos didáticos subjacentes aos programas e aos documentos de orientação curricular vigentes. Dito de outro modo, devem traduzir o *o que* – conteúdos a ser transmitidos-adquiridos - e o *o como* – forma de transmitir esses conteúdos – que constam dos programas curriculares. No entanto, tal como referem Neves e Morais (2001c), os manuais escolares, apesar de traduzirem os princípios legitimados pelos respetivos programas, também refletem opções que dependem das múltiplas relações entre os vários campos pedagógicos. Para estas autoras, existem evidências de que diversos manuais referentes a um mesmo programa



transmitem diferentes mensagens, o que sugere processos de recontextualização do discurso pedagógico oficial que consta dos programas. Por sua vez, os professores tomam decisões e fazem interpretações dos programas e dos manuais escolares de acordo com os seus princípios pedagógicos e ideológicos e sob influências externas de natureza económica, ideológica e académica (Calado, 2007). Também a própria seleção de manuais pelos professores poderá, segundo Neves (1991), traduzir diferentes princípios pedagógicos e ideológicos dos professores, bem como a interpretação que estes fazem da mensagem presente nos documentos curriculares.

Há assim que ter em consideração que, tal como referem Morais e Neves (2007b), ao longo do aparelho pedagógico, na produção e reprodução do discurso pedagógico, surgem fontes de conflito, de inércia e de resistência nos vários campos e entre os vários agentes envolvidos, podendo os professores e autores de manuais escolares sentir-se “incapazes ou relutantes em reproduzir o código de transmissão educacional subjacente ao discurso pedagógico oficial” (p. 129).

Neste sentido, com a presente investigação pretendeu-se, no que diz respeito à construção da ciência, caracterizar esta dinâmica da produção e reprodução do discurso pedagógico ao longo do aparelho pedagógico. Para o efeito, analisaram-se, no que respeita à construção da ciência, a mensagem do discurso pedagógico oficial, veiculado no programa de Biologia e Geologia do 10º ano, a mensagem do discurso pedagógico de reprodução, presente em dois manuais escolares dessa disciplina e as conceções dos professores sobre a inclusão da construção da ciência no ensino das ciências. Esta análise permitiu a averiguar a extensão e o sentido da recontextualização ocorrida entre o discurso pedagógico oficial e o discurso pedagógico dos manuais escolares, bem como entre esses dois tipos de discurso e as conceções (princípios pedagógicos e ideológicos) dos professores, relativamente à construção da ciência. Estes processos de recontextualização dependem das múltiplas relações que se estabelecem entre os vários campos e agentes pedagógicos.

Também no caso dos manuais escolares de ciências, parece haver poucas dúvidas relativamente à importância que estes assumem no ensino das ciências, determinando o que se ensina e o que se aprende, tal como demonstrado em numerosos estudos (e.g., Chiappetta et al., 2006; Millar, 2011; Morgado, 2004; Rieff et al., 2002; Valverde et al., 2002). São considerados como o último reduto do conhecimento, representam a grande parte do conhecimento instrucional de que os professores se

socorrem e, em muitos casos, representam o *curriculum* (Chiappetta et al., 1993). Os próprios especialistas da educação científica pensam nos manuais escolares como recursos instrucionais que constituem um valioso apoio para os professores na planificação das suas práticas e na condução de um ensino das ciências que vá ao encontro dos padrões curriculares (Chiappetta & Koballa, 2002).

Os manuais escolares de ciências constituem assim uma ferramenta de referência utilizada não só como fonte de informação científica, mas também pedagógica, nomeadamente para a realização de trabalhos práticos laboratoriais (Cavadas & Guimarães, 2012). Esta dependência de muitos professores de ciências face aos manuais escolares traduz-se, frequentemente, na adoção da sequência e do grau de profundidade de abordagem dos vários temas científicos, do tipo de atividades de aprendizagem, de exercícios de avaliação, figuras, tabelas, gráficos, etc. (Brigas, 1997). Este autor acrescenta ainda que, para além disso, muitos professores socorrem-se do manual escolar também como uma fonte de esclarecimento do significado de conceitos científicos. Vários autores (e.g., Budiansky, 2001; Stern e Roseman, 2004) sustentam que o facto de os professores se basearem tão fielmente nos manuais deve-se provavelmente a algumas insuficiências que revelam no seu domínio profissional, nomeadamente falta de experiência relativamente às lecionação das matérias científicas, bem como à pressão resultante da importância que é dada atualmente ao desempenho na área das ciências.

Dada a sua importância enquanto instrumentos pedagógicos e fonte de informação científica, os manuais escolares de ciências têm sido objeto de numerosos estudos a nível internacional. Nos Estados Unidos da América, o "Projeto 2061", iniciativa da "American Association for the Advancement of Science" (AAAS) que visa concretizar um longo processo de reforma educativa no currículo da matemática e das ciências, começou um trabalho de análise de materiais de apoio ao currículo em 1995, nos quais se incluem os manuais escolares. Fazendo referência a esse estudo, Budiansky (2001) mencionou o facto de, numa larga amostra de manuais escolares analisados, não haver um único que reunisse os requisitos mínimos para um efetivo ensino da ciência. Este autor acrescentou, ainda, que estes manuais fornecem um grande manancial de factos, sem qualquer articulação entre si, não ajudando os alunos a construir os conceitos mais básicos acerca do mundo em que vivem.

No âmbito do Projeto TMISS<sup>16</sup>, a análise dos manuais de ciências do nível médio, realizada por Stern e Roseman (2004), revelou que estes raramente apresentavam ideias importantes de forma a desafiar os alunos para a construção do conhecimento e para uma compreensão mais aprofundada dos conceitos científicos. Estes investigadores assinalaram ainda o facto de, de um modo geral, os manuais não terem em consideração os conhecimentos prévios dos alunos e falharem na clarificação dos conhecimentos mais abstratos.

Cavadas e Guimarães (2012), com base nos resultados das investigações desenvolvidas ao nível dos manuais de ciências, denunciam a sua vinculação a um ensino das ciências do tipo transmissivo, relevando para segundo plano a componente experimental e de investigação.

Santos (2001), referindo-se aos manuais de ciências a nível nacional, manifestou a sua preocupação relativamente a aspetos destes que considera menos positivos, tais como: seleção e sequência dos conteúdos com poucas oportunidades de abertura a outras vias; lacuna de um quadro conceptual de referência; a aceitação da “resposta certa” tal como aparece no manual, quer para resultados científicos, quer na avaliação da aprendizagem; e a atribuição de um estatuto periférico e pouco claro às interações entre ciência, tecnologia e sociedade.

### **5.3. Concepções, crenças e conhecimento dos professores**

O desenvolvimento do conhecimento profissional dos professores pressupõe a transformação de diferentes tipos de conhecimento que estes adquiriram com a sua formação académica e a partir da sua experiência com o mundo. Engloba assim o conhecimento teórico e prático, consistindo num sistema complexo constituído por crenças, destrezas, habilidades e capacidades (Compagnucci & Cardós, 2007). Na literatura relativa a esta temática aparecem conceitos como concepções, crenças, conhecimento, atitudes, epistemologias pessoais, ideologias, etc., que assumem

---

<sup>16</sup> O Terceiro Estudo Internacional da Matemática e Ciência (TIMSS) é um projeto de investigação no quadro das avaliações de resultados dos sistemas educativos, patrocinado pela Associação Internacional da Avaliação de Aproveitamento Educacional (IEA). Este estudo, com início em 1991, pretende avaliar o desempenho dos alunos de 9, 13 e 17 anos em Matemática e Ciências, face aos currículos implementados nessas disciplinas. Os resultados obtidos dizem respeito a 41 países, nos quais se inclui Portugal, e a cerca de meio milhão de alunos.

significados diversos, traduzindo uma grande variedade de perspectivas de abordagem. A dificuldade em estudar estes fatores determinantes do desenvolvimento profissional dos professores tem a ver, precisamente, com problemas de definição, de conceptualizações pobres e de diferentes entendimentos acerca de crenças e da sua estrutura (Pajares, 1992). Ainda segundo estes autores, as crenças dos professores podem e devem vir a adquirir grande importância no âmbito da investigação educacional, mas isso requer conceptualizações claras e consistentes, significados precisos e uma análise cuidadosa das assumpções-chave. De acordo com Doudin, Pons, Martin & Lafourture (2003),

a crença é uma proposição tida como verdadeira, de natureza essencialmente individual, idiossincrática, já que resulta de uma experiência pessoal, tendo uma dimensão afetiva e de julgamento, ao contrário do conhecimento que implica uma garantia epistémica, sendo partilhado por uma larga comunidade de pessoas. (p.10)

Estes autores defendem ainda que a origem de todo o conhecimento está nas crenças, isto é, num sistema de valores e de predicados que está na base de todo o conhecimento teórico. Também Pajares (1992) assinala a dimensão afetiva e de julgamento das crenças, ao considerá-las como “verdades” pessoais inquestionáveis, possuídas por todos e derivadas da experiência ou da fantasia, com uma forte componente afetiva e avaliativa. Alguns autores (e.g., Doudin et al., 2003; Nespar, 1987; Pajares, 1992) chegam mesmo a reconhecer que, para os alunos, as crenças dos professores são ainda mais importantes do que os seus próprios conhecimentos. Pajares (1992) defende que, enquanto conceito global, as crenças e as atitudes não são facilmente estudadas através da investigação empírica, mas que, quando estas foram analisadas no contexto mais específico das disciplinas, conseguiu-se identificar uma variedade significativa de crenças, que podem ser estudadas quer quantitativamente quer qualitativamente, e assim clarificar o seu conceito.

A distinção entre crenças e concepções não tem vindo a ser considerada muito importante (Attorps, 2006; Thompson, 1992). Ponte (1992, p. 1) refere-se a concepções, considerando que estas são constructos cognitivos que constituem a base da organização estrutural dos conceitos e que “atuam como uma espécie de filtro”, ora “estruturando o sentido que damos às coisas”, ora “atuando como elemento bloqueador em relação a novas realidades”. Para este autor, as concepções não se referem, assim, a conceitos específicos, mas sim a uma forma de os organizar, de ver o mundo, de pensar, não podendo, assim, reduzir-se aos aspetos do comportamento mais observáveis no imediato, o que implica que não sejam facilmente perceptíveis. Também Attorps (2006)

considera que as concepções condicionam a estrutura do conhecimento humano. O mesmo acontece com Lima (2007), que reconhece nas concepções uma organização conceptual, sustentando que se expressam e caracterizam através de conceitos e de valores organizados em teorias explícitas e latentes, evidenciadas pelos modos de agir do sujeito. Esta autora assinala ainda o carácter dinâmico das concepções, referindo que, de acordo com seu funcionamento, estas podem ser transformadas pelo contexto imediato que as provoca, o que implica dizer que podem ser reconstruídas com base nos saberes acumulados pelo indivíduo. Porlan-Ariza, Rivero Garcia e Martin del Pozo (1998) utilizam a terminologia concepções epistemológicas, referindo que estas representam as ideias dos professores que se relacionam mais ou menos diretamente com o conhecimento escolar. Estes autores referem, ainda, que estas concepções epistemológicas dos professores se baseiam na experiência adquirida durante a sua própria história escolar, sendo essas que prevalecem e que constituem o obstáculo que mais se destaca na construção do seu conhecimento profissional.

Na verdade, o conceito de concepção, caracterizado por Lima (2007) como tendo uma certa plasticidade, tem favorecido a emergência de diversos significados, aparecendo frequentemente associado ao conceito de crenças na investigação em educação. Neste estudo, considerou-se que as concepções dos professores relativas à construção da ciência dizem respeito às suas ideologias, discutidas a seguir, ou seja, aos seus princípios ideológicos e pedagógicos relativamente à inclusão da construção da ciência no ensino das ciências, bem como às interpretações que fazem do programa no que se refere à construção da ciência.

### **5.3.1. Ideologias**

As ideologias constituem outro conceito importante no âmbito do desenvolvimento profissional dos professores. No entanto, tal como reconhece Silva (2010), são poucas as fontes onde o conceito de ideologia é definido (e.g, Cross 1997; Eisner, 1992; Fourez, 1988; Knain, 2001), e o próprio conceito é pouco debatido. De acordo com Eisner (1992), as “ideologias [educativas] são sistemas de crenças que fornecem valores a partir dos quais são tomadas decisões sobre assuntos relacionados com a prática educativa” (p. 302). Segundo este autor (p. 47), as ideologias curriculares são definidas como crenças acerca da

forma como a escola deve ensinar, com que fins e com que motivos. Knain (2001) sustenta que as ideologias estão fundamentadas em visões do mundo, têm um elemento cognitivo, influenciam as crenças de um indivíduo, são influenciadas culturalmente, são partilhadas pelos indivíduos de um determinado grupo social, podendo ser produzidas e reproduzidas e podendo regular um determinado discurso. Matthews (2003) destaca, nestas definições de ideologias, o facto de estas traduzirem uma visão do mundo, de estarem embebidas num determinado contexto sócio-cultural e de terem um certo impacto. Este autor sustenta ainda que as ideologias se manifestam pela linguagem e influenciam o conteúdo e a forma do discurso, bem como as interpretações que as pessoas fazem do discurso dos outros. Transpondo este conceito para a prática educativa, tal como outros autores já fizeram (Ferreira, Morais & Neves, 2011; Silva, 2010), podemos assim sustentar que a prática educativa tem subjacente um conjunto de valores – ideologias – que justificam as direções seguidas. Nos estudos empreendidos por Ferreira et al. (2011) e por Silva (2010), com base no significado de ideologias e de crenças, considerou-se que as ideologias educativas integram princípios ideológicos e princípios pedagógicos. Os princípios ideológicos correspondem a fundamentos de natureza ideológica sobre o sistema educativo, dizendo respeito às grandes metas educativas, enquanto que os princípios pedagógicos se referem à forma como essas metas podem ser implementadas em contextos específicos de ensino-aprendizagem (Ferreira et al., 2011). A este respeito é também importante ter em consideração Cross (1997), quando este refere que, embora o professor esteja dependente do currículo que é muitas vezes decidido por outros, o que é ensinado e, particularmente, o como é ensinado, depende, em parte, das suas perceções, não somente no que se refere ao ensino, mas também no que se refere à própria ciência. Estas perceções, ideias e crenças representam ideologias que influenciam a prática do professor, mesmo quando o currículo é centralizado e os programas definem minuciosamente o *o que* e o *o como* do ensino e da aprendizagem (Silva, 2010).

No contexto da presente investigação considerou-se importante estudar as ideologias dos professores relativamente à construção da ciência, de forma a ter uma ideia de como estas poderão influenciar as suas práticas pedagógicas e a própria interpretação que fazem do programa e dos manuais escolares em que se baseiam. A própria selecção de manuais pelos professores poderá, segundo Neves (1991), traduzir diferentes concepções pedagógicas/ideológicas dos professores.

# **CAPÍTULO 3**

## **METODOLOGIA**





# **CAPÍTULO 3**

## **METODOLOGIA**

Scientific principles and laws do not lie on the surface of nature. They are hidden, and must be wrested from nature by an active and elaborate technique of inquiry.

John Dewey (1920)

### **1. INTRODUÇÃO**

Neste capítulo apresenta-se a perspectiva metodológica subjacente ao presente estudo, discutindo-se o seu posicionamento no âmbito das metodologias de investigação. Neste sentido, apresentam-se e fundamentam-se as opções e os procedimentos metodológicos inerentes a cada etapa da investigação, bem como os critérios de validade que foram usados. Após a fundamentação metodológica, segue-se a descrição detalhada de toda a metodologia do estudo, a qual inclui duas partes principais. A primeira parte diz respeito à análise e comparação dos textos pedagógicos, o programa e dois manuais escolares de Biologia e Geologia do 10.º ano provenientes de duas editoras diferentes<sup>1</sup>, relativamente à construção da ciência. Neste âmbito, apresentam-se a caracterização dos textos analisados e as dimensões da análise, bem como os indicadores e as unidades de análise considerados. Em seguida, descrevem-se os instrumentos elaborados para a análise do programa e dos manuais, com referência aos aspetos teóricos e metodológicos que estiveram na base da sua conceção. Para além disso, são explicitados os procedimentos inerentes à recolha e análise dos dados ao nível desses textos pedagógicos.

---

<sup>1</sup> Estes dois manuais serão identificados como manual A e manual B, mantendo-se o anonimato das editoras.

A segunda parte diz respeito à análise das concepções dos professores relativamente à construção da ciência. Começa-se por fazer referência aos sujeitos do estudo, os quais são os docentes que, no ano letivo de 2013/2014 lecionaram Biologia e Geologia ao 10.º ano com base nos dois manuais mais selecionados nesse ano letivo. São ainda apresentados os procedimentos metodológicos relativos à recolha e à análise dos dados referentes às concepções dos professores. Neste contexto, apresenta-se o questionário aplicado aos professores, explicitando-se os aspetos de natureza metodológica que estiveram na base da sua concepção, bem como os procedimentos inerentes à sua aplicação.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO METODOLÓGICA

Esta investigação segue a orientação metodológica dos estudos realizados pelo Grupo ESSA. Este grupo tem vindo a desenvolver uma metodologia de investigação que se assume como uma metodologia mista e que revela ter potencialidades para ser aplicada em vários contextos de investigação educacional (Morais & Neves, 2007a). Na Figura 3.1 apresenta-se o esquema da investigação realizada pelo Grupo ESSA.

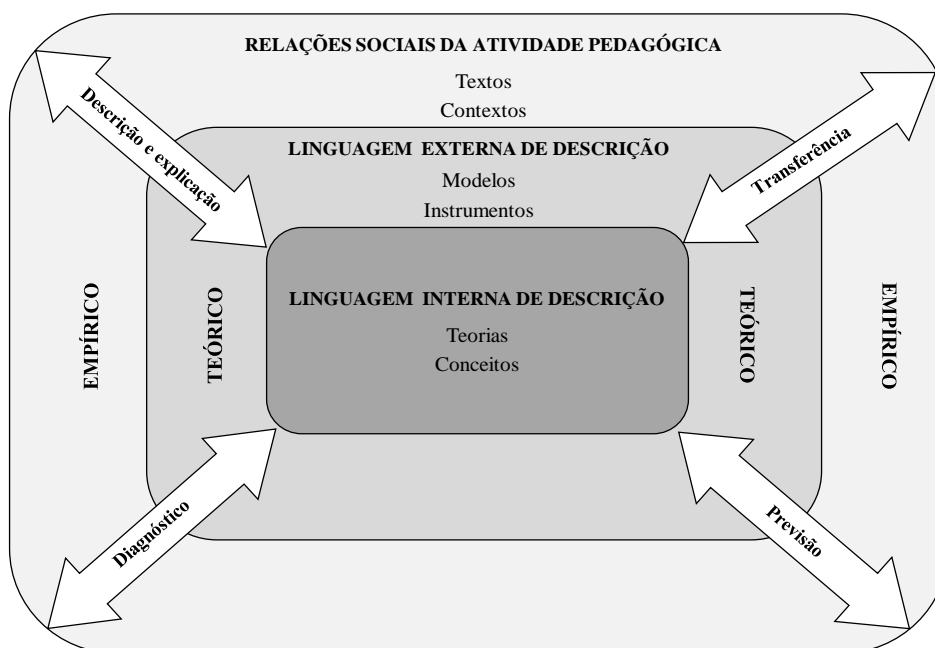


Figura 3.1. Esquema da investigação do Grupo ESSA (adaptado de Moraes & Neves, 2001, p. 187).

Esta metodologia assenta numa linguagem externa de descrição derivada de uma linguagem interna de descrição, em que o teórico e o empírico são vistos de forma dialética (Morais & Neves, 2003, 2007a). Como linguagens internas de descrição, este grupo tem vindo a recorrer a teorias e conceitos de várias áreas (e.g., Popper, 2002, 2004; Ziman, 1984; 2000; Vygotsky, 1978), com especial enfoque na teoria de Bernstein (1990, 2000). Com base neste modelo teórico, têm-se vindo a construir modelos e instrumentos de análise de textos e contextos aos vários níveis do sistema educativo. Seguindo a orientação metodológica referida, no presente estudo foi desenvolvida uma linguagem externa de descrição da mensagem sociológica relativa à construção da ciência contida em textos pedagógicos (programas curriculares e manuais escolares), bem como das concepções dos professores relativamente à construção da ciência. Como principais linguagens internas de descrição, foram utilizados modelos teóricos e conceitos das áreas da epistemologia (e.g., Ziman, 1984, 2000) e da sociologia (Bernstein, 1990, 2000), com especial enfoque neste último. Assim, com base nestas teorias e conceitos, numa dialética constante entre os conceitos teóricos e os dados empíricos, construíram-se modelos e instrumentos destinados à análise de textos pedagógicos e das concepções dos professores, no que se refere à construção da ciência.

Este modelo de investigação, ao promover a dialética entre o teórico e o empírico, conjuga aspetos das abordagens de investigação quantitativa e qualitativa, assumindo-se como uma metodologia mista de investigação.

A metodologia mista de investigação consiste numa abordagem metodológica mediante a qual, num mesmo projeto de investigação, se recolhem e analisam dados, se integram resultados e se realizam inferências com base, simultaneamente, nas abordagens de investigação quantitativa e qualitativa (Teddlie & Tashakkori, 2006). Consideram-se assim, no mesmo estudo, dados qualitativos e quantitativos (e.g., Cresswell & Clark, 2011; Greene, 2007; Teddlie & Tashakkori, 2006, 2009).

Este tipo de metodologia tem sido considerada como o terceiro movimento metodológico nos últimos vinte anos, tendo vindo complementar os tradicionais movimentos quantitativo e qualitativo (Teddlie & Tashakkori, 2003, 2009). Desde a década de setenta que o interesse acerca da combinação das abordagens de pesquisa qualitativa e quantitativa num mesmo estudo tem sido discutido e debatido (Creswell, Plano Clark, Gutmann & Hanson, 2003). No entanto, foi a partir da década de noventa que a metodologia mista começou a ser prevalente, em resultado do desejo manifestado

pelos investigadores de eliminar as tensões criadas pelas diferenças epistemológicas, metodológicas e outras, existentes entre as abordagens qualitativa e quantitativa (Tashakkori & Creswell, 2007). De facto, a utilização da metodologia mista de investigação tem vindo a revelar-se uma tendência metodológica crescente enquanto metodologia que permite compreender de uma maneira holística os problemas complexos que se colocam à sociedade, bem como a realização de inferências mais abrangentes e com maior poder de transferibilidade, a que Teddlie e Tashakkori (2006) chamam meta-inferências. Neste sentido, a metodologia mista também pode ser considerada como uma tendência crescente na investigação em Educação (Teddlie & Tashakkori, 2003), no âmbito da qual a combinação das abordagens quantitativa e qualitativa contribui para uma compreensão abrangente da problemática investigada (Creswell & Clark, 2011; Creswell et al., 2003). Assim, no caso da presente investigação, a integração dessas abordagens permitiu um entendimento mais abrangente de uma problemática complexa, a da inclusão da construção da ciência no ensino das ciências. Neste sentido, a conjugação de procedimentos metodológicos qualitativos e quantitativos contribuiu para uma melhor compreensão da mensagem sociológica relativa à construção da ciência que é veiculada pelo programa e por manuais escolares de Biologia e Geologia do 10.º ano, das concepções dos professores que lecionaram com base nesses manuais relativamente à construção da ciência e dos processos de recontextualização da mensagem sociológica do programa ao nível dos manuais escolares e das concepções dos professores. As inferências realizadas durante as várias fases do estudo conjugaram-se em inferências mais abrangentes, nomeadamente no que se refere ao espaço de autonomia que é deixado aos autores de manuais e aos professores para reproduzir/recontextualizar a mensagem presente nesses textos, que não teriam sido possíveis com uma abordagem apenas qualitativa ou apenas quantitativa.

O desenvolvimento da metodologia mista de investigação tem vindo a ser acompanhado de um debate acerca do enquadramento epistemológico de duas abordagens de investigação aparentemente incompatíveis (Hall, 2013). Efetivamente alguns autores (e. g., Lincoln & Guba 1985; Noblitt & Hare 1988; Rosenberg 1988) enfatizaram essa incompatibilidade, argumentando que as duas abordagens são tão diferentes que a sua conjugação colocaria em causa a fundamentação epistemológica de qualquer uma delas. Face a este problema, surgiram as posturas *aparadigmática*, de um

único paradigma e multiparadigmática. A primeira ignora questões relacionadas com o paradigma enquadrador, a segunda defende que as abordagens qualitativa e quantitativa podem ser enquadradas num único paradigma e a terceira sustenta que os dois paradigmas não são incompatíveis.

Na investigação que se tem desenvolvido no grupo ESSA, na qual se enquadra o presente estudo, assume-se também que as duas formas de inquérito não são incompatíveis e que, por isso, podem ser usadas sequencialmente ou simultaneamente, em função da natureza das questões de investigação que se pretendem levantar e dos dados que se pretendem obter (Morais & Neves, 2007a). De facto, nesta investigação, as duas formas de inquérito são usadas de uma forma integrada, conjugando características das abordagens naturalistas (qualitativa ou etnográfica) e das abordagens racionalistas (quantitativa ou experimental). A Figura 3.2 diz respeito à posição epistemológica da presente investigação.

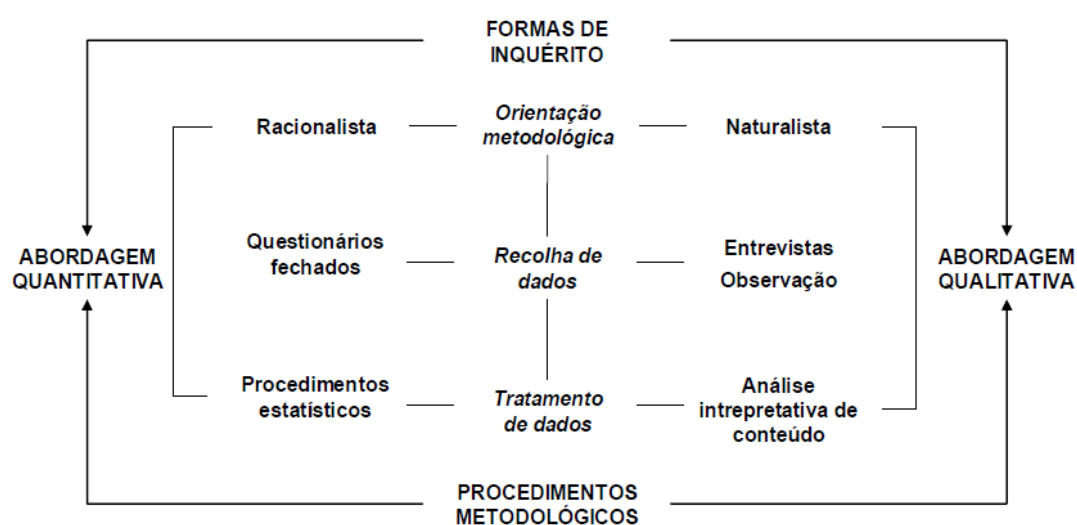


Figura 3.2. Posição epistemológica da investigação (adaptado de Moraes & Neves, 2007a, p. 3).

Ao tratar-se de uma investigação baseada no modelo teórico de Bernstein (1990, 2000) e em teorias do campo da epistemologia (e.g., Ziman, 1984, 2000), que parte de um problema emergente a partir do quadro teórico e de resultados de investigações anteriores, em que se utilizaram modelos de análise baseados em quadros teóricos prévios, tem um cariz racionalista, associado aos métodos quantitativos. Por outro lado, atendendo à dimensão reduzida das amostras utilizadas, à natureza contextual dos

objetos e sujeitos do estudo, bem como ao facto de os modelos de análise terem sido construídos com base nos dados empíricos recolhidos a partir dos documentos analisados, enquadra-se igualmente num paradigma de natureza qualitativa. No entanto, como o sistema de categorias e indicadores de análise resultou de uma articulação entre as dimensões teórica e empírica, essas análises de conteúdo interpretativas assumiram um carácter menos subjetivo, mais próximo do paradigma racionalista. Quanto às características da metodologia mista de investigação, Teddlie e Tashakkori (2012) consideram que, apesar de existir controvérsia dentro da comunidade de investigadores sobre se é apropriado definir um conjunto de características próprias dessa metodologia nesta fase do seu desenvolvimento, “há necessidade de desenvolver um conjunto de ideias conceptuais e metodológicas comuns à comunidade de investigadores que utilizam os métodos mistos de investigação” (p. 776). Estes autores manifestam mesmo a preocupação de que “a menos que os metodologistas mistos desenvolvam um núcleo de identidade normalmente entendido como características e princípios que atravessam as fronteiras disciplinares, os métodos mistos de investigação podem simplesmente ser absorvidos nesta mistura eclética de metodologias de pesquisa” (Teddlie & Tashakkori, 2012, p. 783). Assim, estes autores apresentam um conjunto de nove características que, segundo eles, representam o “núcleo essencial” das metodologias mistas que foram delineadas até essa altura. Destas, destacam o ecletismo metodológico, o pluralismo de paradigmas, a ênfase na diversidade em todas as etapas da investigação e uma maior ênfase num contínuo do que num conjunto de dicotomias, como características que melhor refletem a identidade dessas metodologias Teddlie e Tashakkori (2012). Estas quatro características estão bem patentes na presente investigação, uma vez que esta congrega aspetos dos dois paradigmas de investigação ao longo das suas várias etapas.

Na literatura recente tem vindo a verificar-se uma grande diversidade de *designs* de investigação no âmbito da metodologia mista, não havendo no entanto consenso acerca dos vários aspetos que podem ser considerados como característicos deste tipo metodologia, incluindo definições e descrições desses *designs* de investigação (Teddlie & Tashakkori, 2012). Para Teddlie e Tashakkori (2006) essa grande diversidade de *designs* no âmbito da metodologia mista deve-se ao facto de que, à medida que se vai processando a recolha e a análise de dados inerentes à componente qualitativa, podem revelar-se novas ligações entre os dados, evoluindo o *design* da investigação para outras formas. É assim difícil conseguir uma tipologia que abranja toda a diversidade de

estudos mistos que podem surgir, tal como reconhecem Maxwell e Loomis (2003). No entanto, Teddlie e Tashakkori (2006) apresentam uma tipologia referente a grupos de *designs* metodológicos apontando 4 grupos principais: paralelo, sequencial, de conversão e completamente integrado. Tendo como referência esta tipologia, o presente estudo, tal como a investigação que tem vindo a ser desenvolvida pelo Grupo ESSA (e.g., Ferreira, 2014), enquadra-se no *design* metodológico completamente integrado, tal como ilustrado na Figura 3.3. Ao longo da investigação foram-se desenvolvendo procedimentos metodológicos característicos das abordagens qualitativa e quantitativa, os quais se influenciaram mutuamente.

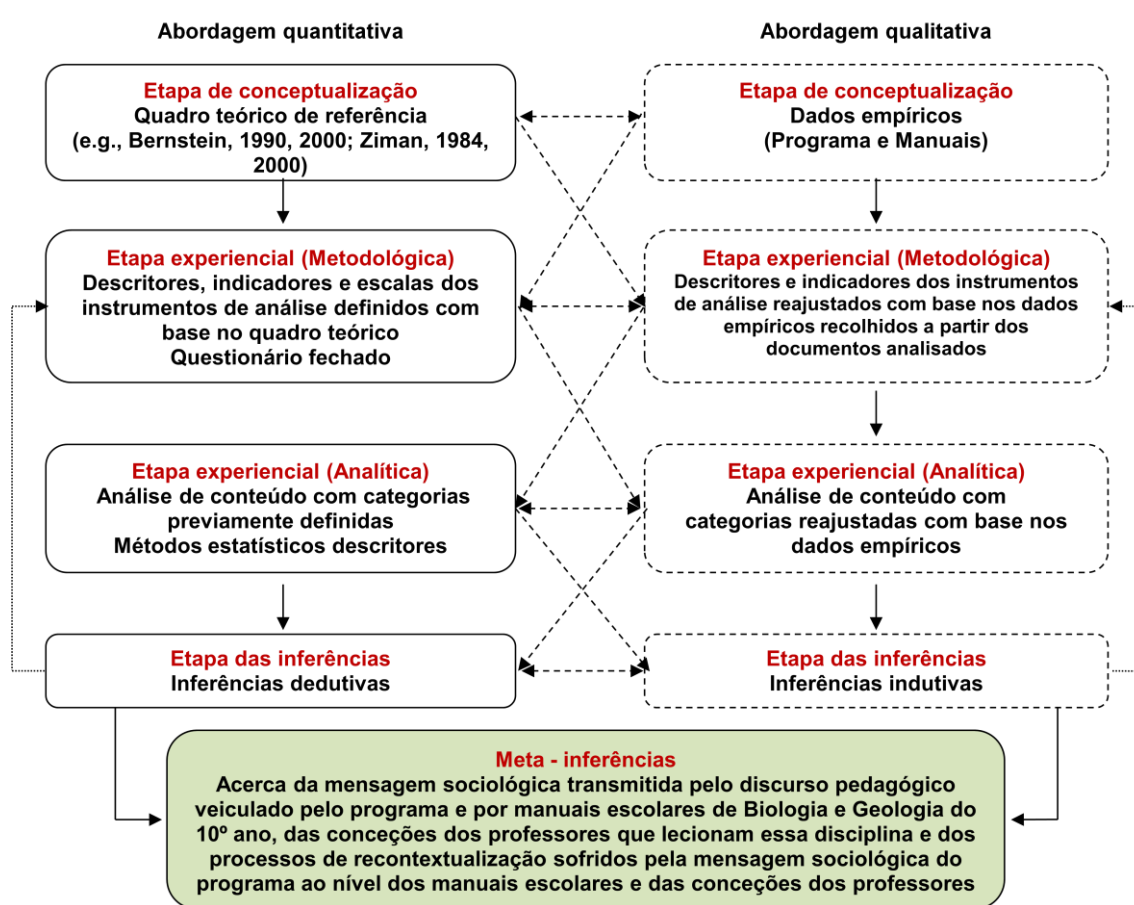


Figura 3.3. Design metodológico do estudo correspondente ao modelo completamente integrado de metodologia mista (adaptado de Teddlie & Tashakkori, 2006, p.24).

No que respeita à recolha de dados, foram usados procedimentos associados às duas formas de inquérito. Ao nível do programa e dos manuais escolares, a recolha de dados foi feita com recurso a instrumentos construídos com base numa articulação constante entre o teórico e o empírico. Os indicadores e as categorias de análise desses instrumentos foram definidos com base na dialética entre os dados empíricos recolhidos

a partir da leitura do texto do programa e dos manuais e as proposições teóricas fornecidas pelo quadro teórico desta investigação. Estes instrumentos permitiram recolher dados acerca da mensagem veiculada pelos textos pedagógicos (programa e manuais escolares de Biologia e Geologia do 10.º ano) em termos de *o que*, ou seja, dos conteúdos metacientíficos a serem transmitidos/adquiridos, e de *o como*, ou seja, da forma como se processa a transmissão/aquisição dos conteúdos metacientíficos. Para além disso, permitiram obter dados acerca do modo como essa mensagem é explicitada e fundamentada pelos autores desses textos. Foi assim possível inferir o espaço de autonomia que é deixado aos autores de manuais e aos professores para reproduzir/recontextualizar a mensagem presente nos textos pedagógicos referidos (Morais & Neves, 2007a).

Para a recolha de dados acerca das concepções dos professores sobre a construção da ciência, recorreu-se a um questionário de tipo fechado, característico de abordagens quantitativas<sup>2</sup>. Ao visar a recolha de dados acerca dos princípios ideológicos e pedagógicos dos professores sobre a inclusão da construção da ciência no ensino das ciências, este instrumento enquadra-se nos questionários de atitudes<sup>3</sup> referidos por Teddlie e Tashakkori (2009, p. 233). Estes autores apresentam uma tipologia de questionários quantitativos passíveis de integrar uma metodologia de investigação mista, referindo que, nesse âmbito, estes são utilizados de forma menos frequente do que os questionários qualitativos. Alegam que as questões de tipo fechado forçam os entrevistados a enquadrar as respostas em categorias predeterminadas, gerando assim dados que são condicionados pelos pontos de vista dos investigadores, enquanto que os questionários qualitativos, ao integrarem mais respostas abertas, permitem aos respondentes gerar as suas próprias categorias de significado. Neste estudo, embora conscientes destes constrangimentos, atendendo à dimensão da população estudada (estimada em cerca de 1000 indivíduos), optou-se por recorrer a um questionário do tipo fechado. A recolha de dados realizada a partir das respostas dos sujeitos do estudo foi processada com referência a categorias de análise definidas com base no quadro teórico

---

<sup>2</sup> Neste questionário apenas uma questão era do tipo aberto e destinava-se ao estudo das regras de realização ativa ao nível da exemplificação. Porém, as respostas dadas pelos participantes no estudo revelaram-se muito ambíguas e sem dados suficientes que permitissem a análise prevista. Por conseguinte, esta questão não foi considerada na análise dos dados.

<sup>3</sup> Os questionários de atitudes (“attitude scales”) referidos por Teddlie e Tashakkori (2009, p. 233) incluem medição de atitudes, crenças, auto-percepções, intenções, aspirações e conceitos relativos a diversos tópicos de interesse.



desta investigação. Essas categorias foram definidas com vista à análise da posse, por parte dos docentes, de regras de reconhecimento e de realização passiva relativamente ao *o que* e ao *o como* da construção da ciência, fora e dentro do contexto do programa.

Também ao nível da análise dos dados, se recorreu a métodos quantitativos (tratamentos estatísticos) e qualitativos (análises interpretativas de conteúdo). De acordo com vários investigadores seguidores da metodologia mista de investigação (e.g., Creswell & Clark, 2011; Teddlie & Tashakkori, 2009), uma das etapas mais importantes desta metodologia corresponde à categorização e quantificação dos dados qualitativos, com recurso a métodos estatísticos descritores. Neste sentido, no caso da análise do programa e dos manuais escolares, os dados qualitativos recolhidos foram quantificados, tendo-se determinado a frequência relativa das unidades de análise correspondentes às várias categorias de análise. Para o efeito, utilizaram-se quadros, tabelas e gráficos, o que permitiu a comparação, análise e interpretação dos dados. Esta transformação quantitativa dos dados qualitativos traduz uma integração das abordagens qualitativa e quantitativa que possibilitou a comparação entre as informações obtidas no processo analítico e, portanto, a sua compreensão aprofundada, conforme recomendado por diversos autores (e.g., Creswell & Clark, 2011; Teddlie & Tashakkori, 2009).

No caso da análise dos dados acerca das concepções dos professores, determinou-se a frequência relativa de respostas correspondentes às várias categorias de análise consideradas, tendo-se recorrido a métodos estatísticos descritores. Essas categorias foram definidas com vista à análise do grau de posse, por parte dos docentes, de regras de reconhecimento e de realização passiva relativamente ao *o que* e ao *o como* da construção da ciência, fora e dentro do contexto do programa, o que permitiu uma análise mais abrangente dos princípios ideológicos e pedagógicos dos docentes relativamente à inclusão da construção da ciência no ensino das ciências. Esta análise permitiu ainda inferir em que medida a mensagem veiculada pelo programa de Biologia e Geologia do 10.º ano é explícita, para os professores, relativamente à construção da ciência.

### 3. CRITÉRIOS DE VALIDADE

Apresentam-se, de seguida, os critérios de validade da presente investigação que se assume como uma metodologia mista. Os investigadores deste tipo de metodologia têm recorrido a termos diferentes quando se referem à validade desse tipo de abordagem metodológica, apresentando também diferentes formas de a assegurar. Teddlie e Tashakkori (2003, 2009, 2010) utilizam o termo “qualidade das inferências”, considerando que o termo “inferência” abrange quer o processo de investigação quer as conclusões e Onwuegbuzie e Johnson (2006) recomendam que se utilize o termo legitimação. Neste estudo, seguem-se as recomendações de Creswell e Clark, (2011), no sentido de que o melhor termo a utilizar é validade, porque este é aceite pelos investigadores de vários tipos de abordagens metodológicas.

A conjugação dos paradigmas qualitativo e quantitativo na metodologia mista deu lugar àquilo a que Onwuegbuzie e Johnson (2006) chamaram “problema de integração” (p. 48). Na verdade, tal como defendem Creswell e Clark (2011, p. 239) “o próprio ato de combinar abordagens qualitativas e quantitativas levanta potenciais questões de validade que se estendem muito além das preocupações de validade que surgem nos procedimentos quantitativos ou qualitativos, quando estes são empregues em separado” Para Teddlie e Tashakkori (2009), partindo do princípio de que se recorre a uma metodologia mista para dar resposta a um problema complexo e abrangente, ao qual não se consegue responder com uma metodologia qualitativa ou quantitativa por si só, os aspetos relativos à qualidade da investigação têm de ser considerados no contexto da correspondência entre as meta-inferências e o propósito que levou a que se utilizasse esse tipo de *design* metodológico.

Neste sentido, esta investigação, ao corresponder a um estudo que integra as abordagens qualitativa e quantitativa, teve em consideração critérios de validade de ambos os paradigmas, mas também os que se referem à integração dessas duas abordagens. Em termos de procedimentos com vista a assegurar a validade do estudo, considerou-se a perspetiva de Teddlie e Tashakkori (2009), tendo-se relacionado a validade da metodologia mista com a qualidade do *design* da investigação e com o rigor interpretativo.

Em termos de *design* da investigação, o facto de o principal modelo teórico que lhe é subjacente - Teoria de Bernstein (1990, 2000) - possuir um grande rigor

conceptual e poder explicativo, e de se ter promovido uma dialética constante entre os conceitos teóricos e os dados empíricos, permitiu obter uma grande consistência entre todas as etapas do estudo. A constante dialética entre os dados teóricos e os dados empíricos permitiu um reajustamento constante dos instrumentos de análise, com vista a conseguir o melhor grau de adequação possível entre o problema, as questões de investigação, os objetivos, os dados a obter e os procedimentos de recolha e análise de dados.

No caso do questionário aplicado com vista à recolha de dados acerca das concepções dos professores sobre a construção da ciência, assinala-se que este foi submetido a um estudo-piloto, o que permitiu aperfeiçoar determinados aspetos, nomeadamente os que se relacionavam com a sua extensão, a clarificação da linguagem e a adequação das questões aos objetivos a que se propunham.

No que se refere ao rigor interpretativo, o facto de se ter promovido uma dialética constante entre os conceitos oriundos de uma teoria fortemente conceptualizada e os dados empíricos, permitiu a construção de uma linguagem externa com um elevado poder de descrição, o que contribuiu para conferir consistência às inferências e interpretações realizadas, provenientes de várias fontes de dados (Moraes & Neves, 2007a).

Para além disso, de forma a ultrapassar distorções devidas à subjetividade da investigadora e, portanto, para assegurar a fiabilidade dos dados recolhidos, estes foram analisados por mais duas investigadoras familiarizadas com o quadro teórico e metodológico da investigação. Essa análise foi feita de forma independente e, posteriormente, as diferenças encontradas foram discutidas e ultrapassadas, o que também contribuiu para assegurar o rigor interpretativo da investigação. A este propósito, sublinha-se que este estudo, à semelhança da investigação realizada pelo grupo ESSA, na qual se enquadra, se pautou por uma constância na aplicação de princípios, como por exemplo, a padronização das regras de análise, tratamento e interpretação dos dados ao nível dos textos pedagógicos (Moraes & Neves, 2007a). Esta é assegurada pela explicitação detalhada de todas as etapas da investigação, o que permite que qualquer investigador possa analisar esses textos da mesma forma.

A análise que se realizou no âmbito da presente investigação incidiu em aspetos do ensino/aprendizagem das ciências que têm também constituído objeto de estudo nos

trabalhos empreendidos pelo grupo ESSA. Desta forma, nesta investigação foram tidos em consideração os resultados desses estudos e os seus modelos e instrumentos de análise, que se baseiam na teoria de Benstein (1990, 2000), tendo a ligação a estes estudos constituído também um valioso contributo para assegurar quer a qualidade do *design* da investigação, quer o seu rigor interpretativo.

Considera-se ainda que os resultados obtidos com este estudo levantam questões de investigação de grande pertinência, dando lugar a hipóteses de trabalho transferíveis para contextos semelhantes (Morais & Neves, 2007a). Por exemplo, com o estudo da mensagem sociológica do programa e dos manuais escolares de Biologia e Geologia do 10.º ano relativamente à construção da ciência, obtiveram-se resultados que levam a que se coloquem diversas hipóteses a explorar noutros contextos, relativamente às concepções dos autores do programa e dos manuais sobre a construção da ciência e sobre os efeitos do programa e dos manuais nas concepções dos alunos sobre a construção da ciência.

#### **4. ANÁLISE DA CONSTRUÇÃO DA CIÊNCIA NO PROGRAMA E NOS MANUAIS ESCOLARES DE BIOLOGIA E GEOLOGIA DO 10.º ANO**

A primeira fase da investigação consistiu na análise da mensagem sociológica do programa de Biologia e Geologia do 10.º ano e de dois manuais escolares dessa disciplina, no que se refere à construção da ciência, com vista a obter dados para dar resposta às seguintes questões de investigação, que emergiram do problema do estudo:

Qual a mensagem do discurso pedagógico oficial, veiculado no programa de Biologia e Geologia do 10º ano, relativamente ao *o que* e ao *o como* da construção da ciência?

Qual a mensagem do discurso pedagógico de reprodução, presente em dois manuais escolares de Biologia e Geologia do 10º ano relativamente ao *o que* e ao *o como* da construção da ciência?

Quais os processos de recontextualização que podem ter ocorrido entre o discurso pedagógico oficial e o discurso pedagógico dos manuais escolares relativamente aos aspetos da construção da ciência analisados nesses textos?

Neste sentido, nesta secção apresentam-se e discutem-se os procedimentos metodológicos que permitiram a recolha de dados para a caracterização e comparação da mensagem do discurso pedagógico oficial, veiculado no programa de Biologia e Geologia do 10º ano e da mensagem do discurso pedagógico veiculado em dois manuais escolares de Biologia e Geologia do 10º ano, relativamente ao *o que* e ao *o como* da construção da ciência.

#### **4.1. O programa de Biologia e Geologia do 10.º ano**

Para a análise do programa de Biologia e Geologia do 10º ano considerou-se a totalidade desse texto pedagógico. Este inicia-se com uma *Introdução geral*, que o caracteriza relativamente à natureza e finalidades da disciplina a que se destina, justificando a sua integração no currículo. Em seguida, o programa divide-se em duas componentes, correspondentes às áreas científicas da Biologia e da Geologia. Cada uma dessas componentes integra uma *Introdução*, que a caracteriza relativamente à natureza e à importância da respetiva área científica e à pertinência da sua integração no currículo. A parte restante de cada componente é constituída por duas secções principais, a *Apresentação* e o *Desenvolvimento do programa*, denominadas, neste estudo, respetivamente, por orientações gerais e orientações específicas. A *Apresentação (Orientações gerais)* diz respeito aos princípios orientadores do programa, abordando as perspetivas do ensino das ciências que lhe são subjacentes. Para além disso, nesta parte são ainda apresentadas as finalidades e os objetivos gerais do programa, as competências gerais que este visa desenvolver, sugestões metodológicas e orientações acerca da avaliação. São também proporcionadas uma visão global dos conteúdos do programa e referências relativas aos recursos necessários para a sua implementação. O *Desenvolvimento do Programa* (orientações específicas) diz respeito a diretrizes mais específicas relativas à sua operacionalização. Esta secção, na componente de Geologia, está dividida em três partes, correspondentes a três temas principais. Cada uma dessas partes inicia-se com uma introdução, que apresenta, de uma

forma geral, os conteúdos e objetivos didáticos a desenvolver no âmbito do tema, bem como o nível de aprofundamento a ser tido em consideração na exploração desses conteúdos. Aparece ainda, para cada tema, a sugestão de uma *Situação-problema* e diversas propostas de concretização dos conteúdos programáticos a nível do problema proposto, acompanhadas de cartas de exploração e de sugestões metodológicas específicas que englobam diversas propostas de atividades. Para além disso, também são apresentados *Conteúdos conceptuais, procedimentais e atitudinais*, aspectos a *Recordar/enfatizar* e a *Evitar*, bem como *Factos conceitos, modelos e teorias* que os alunos devem conhecer, compreender e usar, organizados num quadro, de forma a permitir a sua leitura articulada. Na componente de Biologia a parte de desenvolvimento do programa é menos completa do que na componente de Geologia. Começa com um mapa de exploração geral e, em seguida, divide-se em cinco partes, correspondentes às unidades temáticas. Para cada uma, tal como na componente de Geologia, é apresentado um quadro onde *Conteúdos conceptuais, procedimentais e atitudinais*, aspectos a *Recordar/enfatizar* e a *Evitar* estão organizados numa tabela que permite a sua leitura articulada. Para além disso, são apresentadas, para cada unidade temática, sugestões metodológicas específicas, que englobam algumas atividades.

Na Tabela 3.1 apresenta-se a organização geral do programa, com as várias partes em que incidiu esta análise.

Tabela 3.1

*Partes do programa de Biologia e Geologia do 10.º ano consideradas no estudo*

| Componentes do programa |                         | Partes de cada componente do programa      |  | UA<br>(n) |
|-------------------------|-------------------------|--|--|-----------|
| Introdução geral        |                         |  |  |           |
| GEOLOGIA                | Orientações gerais      | Apresentação do programa<br>(pp.6-19)      | Finalidades<br>Objetivos gerais<br>Competências gerais<br>Visão Geral do Programa<br>Sugestões Metodológicas Gerais<br>Avaliação   | 44        |
|                         | Orientações específicas | Desenvolvimento do programa<br>(pp.20- 63) | Visão geral dos temas<br>Tema I – A Geologia, os Geólogos e os seus Métodos<br>Tema II - A Terra, um Planeta muito especial<br>Tema III - Compreender a Estrutura e a Dinâmica da Geosfera | 272       |
|                         | Orientações gerais      | Apresentação do programa                   | Finalidades<br>Objetivos gerais<br>Competências gerais   | 37        |

|          |                            |  |  |     |
|----------|----------------------------|--|--|-----|
| BIOLOGIA | (pp.65-75)                 |  | Visão Geral do Programa<br>Sugestões Metodológicas Gerais<br>Avaliação   | 179 |
|          | Orientações<br>específicas | Desenvolvimento<br>do programa<br>(pp.77-87) | Mapa de exploração<br>Módulo inicial<br>Unidade 1 – Obtenção de matéria<br>Unidade 2 – Distribuição de<br>matéria<br>Unidade 3 – Transformação e<br>utilização de energia pelos seres<br>vivos<br>Unidade 4 – Regulação nos seres<br>vivos |     |

*Nota: n representa o número de unidades de análise (UA) consideradas.*

#### 4.2. Os manuais escolares de Biologia e Geologia do 10.º ano

Foram selecionados dois manuais escolares da disciplina de Biologia e Geologia do 10º ano (manuais A e B), recorrendo ao critério de escolha escola/professores. Assim, consideraram-se os dois manuais mais selecionados no ano letivo 2013/2014, com base em dados recolhidos junto do Ministério da Educação (Apêndice 8). Estes foram identificados como manual A e manual B e, em cada um, considerou-se o corpo principal do manual e os materiais destinados aos professores que lhe estão associados. Estes materiais correspondem aos que as respetivas editoras disponibilizaram *online*.

Cada manual era composto por duas componentes, uma de Biologia e outra de Geologia, integrando, cada uma delas, a parte que se destina aos alunos e os materiais de apoio aos professores. A parte destinada aos alunos, onde se processa o desenvolvimento dos conteúdos, foi chamada, nesta investigação, *corpo do manual*. Os materiais de apoio aos professores corresponderam aos que eram disponibilizados nas plataformas *online* das editoras dos dois manuais. Esses materiais apenas eram acessíveis para os professores que estavam a lecionar Biologia e Geologia do 10.º ano nas escolas que adotaram os manuais a que estavam associados. Foi então enviada uma mensagem de correio eletrónico às duas editoras, a solicitar o acesso a esses materiais no âmbito do presente estudo (Apêndice 9), tendo estas acedido ao pedido e enviado uma palavra-passe para esse fim.

Os dois manuais, tanto ao nível da parte de desenvolvimento de conteúdos como dos materiais dos professores, encontram-se divididos em cinco unidades no caso da componente de Biologia (Módulo inicial e Unidades I, II, III e IV) e em três temas no

caso da componente de Geologia (Módulo inicial/Tema I, Tema II e Tema III), em conformidade com o programa. Ainda de acordo com este, no corpo de ambos os manuais cada tema/unidade integra uma introdução relativa à *Situação-problema* a partir da qual se processa o desenvolvimento dos conteúdos, dividindo-se este em subtemas que correspondem aos do programa. Para além disso, cada uma destas partes integra, em ambos os manuais, propostas de atividades de trabalho prático e outras de carácter mais teórico, uma listagem de competências/capacidades a desenvolver pelos alunos nesse âmbito, uma secção de *Síntese* e fichas de avaliação.

No manual A, em ambas as componentes (Biologia e Geologia), os materiais dos professores estão organizados em *Documentos de trabalho*, *Transparências* e respetivos *Guias de exploração*, *Mapas de conceitos*, *Guias do professor* e *materiais interativos* (atividades e conteúdos). Os *Documentos de trabalho* consistem num conjunto de documentos, indexados a cada unidade temática, com informação extra acerca de alguns dos conteúdos dessa unidade e sugestões de exploração. As *Transparências* destinam-se a ser projetadas nas aulas e vêm acompanhadas de um guião de exploração. Os *Mapas de conceitos* também estão indexados a cada unidade temática e não são acompanhados de qualquer explicação. Os *Guias do professor* vão surgindo ao longo do corpo principal do manual, com informação extra acerca dos conteúdos, orientações metodológicas, sugestões de exploração quer dos conteúdos, quer das atividades e com soluções dos exercícios propostos no manual ao nível das atividades e da autoavaliação. Os *materiais interativos* englobam informação adicional acerca dos conteúdos desenvolvidos no manual e sugestões de atividades, não vindo acompanhados de qualquer explicação em termos didáticos.

Os materiais dos professores do manual B, em ambas as componentes (Biologia e Geologia) estão organizados em documentos de *Informação adicional*, *Exercícios* e um conjunto de materiais interativos designados *Desenvolvimento de conteúdos* indexados a cada unidade temática. Os documentos de *Informação adicional*, contém informação adicional, como o próprio nome indica e textos para discussão, acompanhados de propostas de exploração, atividades laboratoriais sem qualquer contextualização na maior parte dos casos e propostas de atividades de síntese. Os *Exercícios* consistem num conjunto de propostas de fichas de avaliação diagnóstica, formativa e sumativa. Os materiais interativos de *Desenvolvimento de conteúdos*, correspondem a informação adicional e exercícios com propriedades interativas. Nestes



materiais, para além das propostas de exploração que acompanham alguns dos documentos de Informação adicional não se verificaram orientações direcionadas aos professores.

#### **4.3. Unidades de análise**

Todas as partes do programa e dos dois manuais de Biologia e Geologia do 10.º ano em que incidiu este estudo foram divididas em unidades de análise. Foi considerada como unidade de análise, cada excerto do texto, com um ou mais períodos, que no seu conjunto contivesse um determinado significado semântico (Gall, Gall & Borg, 2007).

No programa, cada um dos títulos dos temas/unidades temáticas e de todos os tópicos que fazem referência a conteúdos, foi considerado uma unidade de análise. Tanto na componente de Biologia como na de Geologia, em cada tema/unidade temática, as listagens de conteúdos conceptuais encontram-se organizadas em divisões maiores que integram subdivisões. Desta forma, cada conjunto de conteúdos conceptuais relativos a cada divisão maior foi analisado na globalidade. Da mesma forma, cada conjunto de termos, conceitos, factos e teorias correspondente a cada conjunto de conteúdos conceptuais foi considerado uma unidade de análise. No caso das listagens de itens referentes a objetivos e a capacidades/competências, cada item foi considerado uma unidade de análise e, quando estas listagens eram precedidas de uma introdução explicativa da sua inclusão no programa, esta também foi analisada. Também as atividades, os esquemas/diagramas/imagens foram considerados, cada um deles, uma unidade de análise. Assinala-se que, quando um esquema/diagrama/imagem era acompanhado de um texto explicativo, este era considerado como fazendo parte dessa unidade de análise, estudando-se o conjunto formado pelo esquema/diagrama/imagem e pelo respetivo texto explicativo.

Na Tabela 3.2 apresentam-se exemplos de unidades de análise retiradas quer do programa, quer dos manuais que contemplam apenas conhecimentos metacientíficos ou apenas capacidades metacientíficas ou ambos.

Tabela 3.2

*Exemplos de unidades de análise retiradas do programa e dos dois manuais de Biologia e Geologia do 10.º ano contendo conhecimentos e/ou capacidades*

| <b>Unidades de análise</b>         |  |
|------------------------------------|--|
| <b>Conhecimentos e capacidades</b> | <p>Texto intitulado <i>Fermentação</i>, em que são apresentados conhecimentos científicos e metacientíficos acerca desse processo metabólico, seguido de uma <i>Proposta de exploração</i> em que consta uma questão que contempla capacidades metacientíficas: 3. <i>Justifique a afirmação: O valor medicinal da fermentação é conhecido por algumas sociedades há milhares de anos.</i> (Manual B, Biologia, materiais dos professores, informação adicional, UA60)</p> <p><i>Por outro lado, a Geologia deve ser encarada também pelo seu valor formativo e pelas contribuições que podem advir do seu estudo para o desenvolvimento de determinadas capacidades, nomeadamente de construção de modelos espaço-temporais, parte integrante da maior parte das teorias que representam, explicam e preveem mudanças no sistema Terra.</i> (Programa de Biologia e Geologia do 10º ano, Componente de Geologia, p.6, UA 5)</p> |
| <b>Apenas conhecimentos</b>        | <p><i>O reconhecimento de princípios de raciocínio e métodos de investigação característicos da Geologia, destacando-se, em especial, o atualismo, o catastrofismo e o uniformitarismo.</i> (Programa de Biologia e Geologia do 10º ano, Componente de Geologia, orientações específicas, p.14, UA 43)</p> <p><i>As rochas são geradas por processos naturais, desde épocas remotas e testemunham as condições em que se originaram. São “livros” cheios de informação cujas páginas os cientistas procuram ler e interpretar. Cada rocha tem, pois, uma história para contar.</i> (Manual A, Geologia, corpo do manual, p. 20, UA26, SubUA2, DF)</p>  |
| <b>Apenas capacidades</b>          | <p><i>Fazer recolhas criteriosas e perspetivar a sua relevância no trabalho laboratorial.</i> (Biologia do 10º ano, p. 78, UA16)</p> <p><i>Analisa criticamente episódios da História da Ciência</i> (Manual A, Geologia, corpo do manual, p.31, UA43)</p>   |

Dada a natureza diferente do programa e dos manuais, a segmentação destes dois textos em unidades de análise contemplou algumas diferenças. Um programa é um documento pedagógico de natureza orientadora que apresenta sumariamente os conteúdos a desenvolver. Já os manuais são documentos pedagógicos vocacionados para o desenvolvimento desses conteúdos. Desta forma, na parte de desenvolvimento de conteúdos dos manuais, foram consideradas unidades de análise mais abrangentes do que no programa. Nessa parte, cada tema/subtema foi considerado uma unidade de análise, tendo sido consideradas subunidades de análise as partes de cada unidade em que se verificava referência à construção da ciência. Cada uma dessas subunidades foi avaliada, tendo sido depois feita uma avaliação global da unidade de análise em causa. Assim, por exemplo no caso da componente de Geologia do manual A, no desenvolvimento do conteúdo “Estrutura e a dinâmica da geosfera” (UA171), existem

várias partes que dizem respeito à natureza da ciência. Cada uma dessas partes é uma subunidade de análise. Neste caso existem as subunidades 1, 2 e 3, que, no seu conjunto, constituem a UA171. Cada uma dessas subunidades foi avaliada, tendo sido depois feita uma avaliação global da unidade de análise em causa. A Tabela 3.3 diz respeito a essa unidade de análise.

Tabela 3.3

*Exemplo de uma unidade de análise retirada do corpo principal do manual A, constituída por três subunidades de análise*

| Unidade de análise                 | Subunidade de análise |  |
|------------------------------------|-----------------------|--|
| 171                                | 1                     | <i>O dinamismo da Terra manifesta-se não só por fenómenos extraordinariamente lentos (...) gerados pelo fogo no seio da água</i> |
| Estrutura e a dinâmica da geosfera | 2                     | <i>Que métodos para investigar o interior da Terra?</i>  |
| (Introdução do capítulo, p. 111)   | 3                     | <i>Quais os modelos sobre a estrutura interna da Terra?</i>  |

No que se refere aos títulos dos temas/unidades temáticas e de todos os tópicos referentes a conteúdos dos manuais, cada um deles foi considerado uma unidade de análise, tal como no programa. Também as competências indicadas nos manuais para cada tema/subtema foram consideradas individualmente, à semelhança do que foi feito com o programa. Da mesma forma, no caso de outras listagens de itens, cada um deles foi considerado uma unidade de análise, tendo acontecido o mesmo com cada atividade, cada exercício de autoavaliação, cada documento informativo e cada esquema/diagrama/imagem. Neste último caso, quando o esquema/diagrama/imagem se fazia acompanhar de um texto explicativo, este foi considerado parte integrante dessa unidade de análise.

#### 4.4. Indicadores

No programa e nos manuais as unidades de análise foram agrupadas em indicadores, que correspondem a dimensões desses textos pedagógicos consideradas como referenciais para a caracterização dos aspetos da construção da ciência que constituem o foco deste estudo, apresentando-se, na Figura 3.4, a sua listagem.

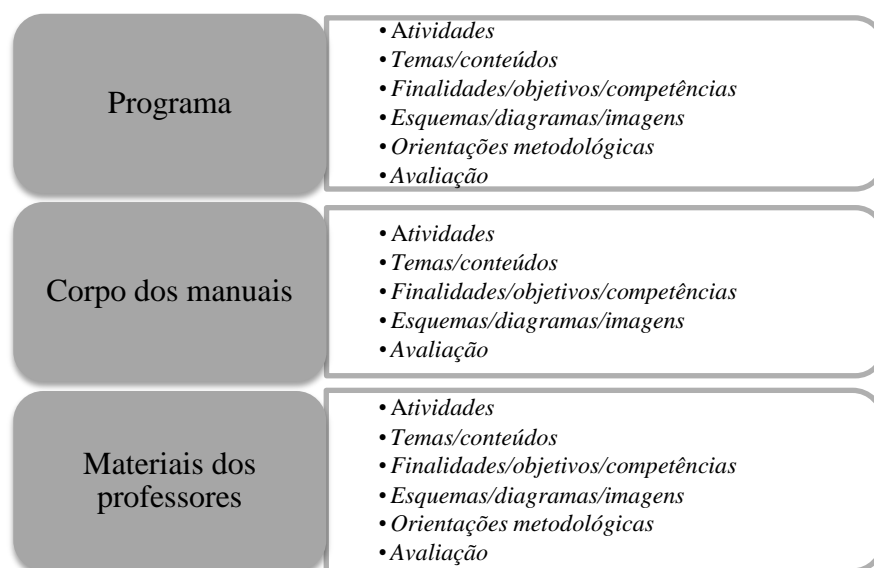


Figura 3.4: Indicadores utilizados ao nível do programa e dos manuais escolares (corpo dos manuais e materiais dos professores) para a análise de *o que* e de *o como* da construção da ciência.

Foi realizado um estudo prévio do programa e dos manuais no sentido de averiguar quais as partes destes documentos que eram passíveis de fornecer dados acerca dos aspetos da construção da ciência que constituem o foco deste estudo. Assim, para a análise da natureza e do grau de complexidade dos conteúdos (conhecimentos e capacidades) metacientíficos, foram procuradas todas as partes dos programas e dos manuais onde se faz referência aos conteúdos a transmitir/adquirir.

No programa, esses conteúdos, para além da sua apresentação e listagem (*Temas/Conteúdos*), são também referenciados através da apresentação de finalidades, de objetivos e de competências (*Finalidades/Objetivos/Competências*) de figuras ou esquemas (*Esquemas/Diagramas/Imagens*) que os contemplam, de orientações metodológicas (*Orientações metodológicas*) e de atividades (*Atividades*) que visam a sua aprendizagem, e, finalmente, através de orientações que indicam quais os conteúdos que devem ser objeto de avaliação (*Avaliação*).

Nos manuais, os conteúdos a transmitir/adquirir constam naturalmente da parte de desenvolvimento dos conteúdos (corpo dos manuais), onde estes são listados, apresentados e desenvolvidos (*Temas/Conteúdos*). Nessa parte destinada aos alunos e nos materiais de apoio aos professores os conteúdos são também referenciados na apresentação de objetivos e de competências que os contemplam (*Finalidades/Objetivos/Competências*), de atividades (*Atividades*) que visam a sua aprendizagem e de exercícios que visam a avaliação da sua aquisição (*Avaliação*). Nos

materiais de apoio aos professores, podem ainda encontrar-se referências aos conteúdos a transmitir/adquirir em orientações metodológicas destinadas aos professores (*Orientações metodológicas*). Tanto no programa como nos manuais, os indicadores considerados para a análise da natureza e do grau de complexidade dos conteúdos metacientíficos são também passíveis de indiciar relações entre diferentes tipos de conhecimentos dentro da mesma disciplina, como é o caso das relações entre conhecimentos científicos e metacientíficos. Por conseguinte, para a análise quer de *o que*, quer de *o como* no âmbito da relação professor/aluno, foram considerados os mesmos indicadores, tanto no programa como nos manuais.

Em todas as análises que incidiram no corpo dos manuais, sendo esta uma parte destinada aos alunos, pelo que não é exetável que contenha orientações relativas às metodologias de ensino/aprendizagem, não foi considerado o indicador *Orientações metodológicas*. Pelos mesmos motivos, a análise da explicitação da construção da ciência no contexto da relação autor do manual-professor apenas foi considerada nos materiais de apoio aos professores de cada manual, uma vez que esta é a parte dos manuais que se destina a esse tipo de orientações. No entanto, esta opção foi tomada em consciência de que, através da consulta da parte dos manuais que se destina aos alunos – corpo do manual – os professores podem inferir os critérios dos autores dos manuais que determinam a produção do texto relativo à construção da ciência. Face à dificuldade em obter dados fiáveis relativamente a essa inferência, optou-se por não avaliar o grau de explicitação da construção da ciência a esse nível.

Quer no programa, quer nos materiais dos professores, para avaliar em que medida as orientações relativas ao *o que* são explícitas, houve que considerar os mesmos aspetos que foram considerados na caracterização de *o que*. Da mesma forma, quando se pretendeu avaliar em que medida as orientações do programa e dos manuais são explícitas relativamente às relações intradisciplinares entre conhecimentos científicos e conhecimentos metacientíficos, houve que considerar os mesmos aspetos que foram tidos em consideração na avaliação desse grau de relação. Neste caso, sublinha-se que a análise ao nível de unidades de análise tais como Temas das unidades temáticas/Questões centrais de exploração do programa e Mapas de conceitos incide também na introdução/apresentação destes, as quais são passíveis de conter uma explicação acerca do significado desses temas/questões centrais, tal como considerado na delimitação das unidades de análise.

Na Tabela 3.4 apresentam-se exemplos de unidades de análise retiradas quer do programa, quer dos manuais, e o respetivo indicador a que cada uma dessas unidades foi associada.

Tabela 3.4

*Exemplos de unidades de análise retiradas do programa e dos dois manuais, relativas a cada indicador*

| <b>Indicadores</b>                        | <b>Unidades de análise</b>   |
|---|--|
| <b>Temas/Conteúdos</b>                    | Desenvolvimento de conteúdos do subtema 2 <i>As rochas, arquivos que relatam a História da Terra</i> (Manual A, Componente de Geologia, corpo do manual, pp. 19-22, UA26)  |
| <b>Orientações metodológicas</b>          | <i>A observação em laboratório de seres uni e multicelulares, recolhidos no campo, possibilitará a compreensão da célula como unidade estrutural e funcional dos seres vivos e facilitará a abordagem relativa aos seus constituintes básicos.</i> (Programa de Biologia e Geologia, Componente de Biologia, orientações gerais, p. 77, UA 1)  |
| <b>Finalidades/objetivos/competências</b> | <i>Compreender os princípios básicos do raciocínio geológico</i> (Programa de Biologia e Geologia, Componente de Geologia, orientações gerais, p.8, UA15)  |
| <b>Finalidades/objetivos/competências</b> | <i>O reforço das capacidades de abstração, experimentação, trabalho em equipa, ponderação e sentido de responsabilidade permitirá o desenvolvimento de competências que caracterizam a Biologia como Ciência.</i> (Programa de Biologia e Geologia, Componente de Biologia, orientações gerais, p.67, UA4)   |
| <b>Orientações metodológicas</b>          | <i>A investigação educacional estabelece algumas sugestões na abordagem de conceitos com recurso à História. Assim, recomenda-se: a valorização do trabalho coletivo, do intercâmbio e colaboração, da troca de argumentos; a ênfase nos contextos culturais, sociais, políticos e tecnológicos; a análise das dificuldades, das hesitações e das crises.</i><br><i>Por outro lado, deve evitar-se: a apresentação de resultados finais independente dos processos da sua obtenção; uma visão heroica e individual do trabalho dos cientistas; não ter em conta a complexidade dos problemas.</i> (Manual A, Biologia, materiais dos professores, Guia do professor 12, UA188)   |
| <b>Atividades</b>                         | Atividade em que são apresentados uma ilustração e um texto introdutório relativos à medição do tempo geológico:<br><br><i>Tempo, uma questão central em Geologia?</i><br><br><i>O conceito de tempo geológico foi construído lentamente através dos tempos [...]</i><br><br><i>Com base na interpretação da ilustração e do texto, responda às seguintes questões: 1. Em que medida a idade da Terra foi influenciada por diferentes contextos (religião, conhecimentos de física...); 2. Em que diferem as propostas apresentadas por Ussher e por Lord Kelvin relativas à idade da Terra?; 3. Por que motivos apresentou Lord Kelvin uma estimativa de apenas 24 M.a. para a idade da Terra?</i> (Manual A, Geologia, corpo do manual, p. 34, UA54) |
| <b>Atividades</b>                         | <i>Atividade laboratorial</i><br><br><i>Material: microscópio ótico, preparações definitivas de raízes, caules e folhas de monocotiledóneas e dicotiledóneas, lápis, borracha e folhas de desenho.</i><br><br><i>Procedimento: 1. Observe ao microscópio as preparações definitivas indicadas; 2. Desenhe as suas observações; 3. Com a ajuda do professor, localize os tecidos condutores nos diferentes órgãos vegetais.</i>   |

|                                   |   |
|-----------------------------------|---|
|                                   | <i>Discussão: 1. O que pode concluir acerca da localização dos tecidos condutores nas plantas observadas?</i> (Manual B, Biologia, corpo do manual, p.113, UA212)   |
| <b>Avaliação</b>                  | <i>Também é importante que na avaliação das atividades práticas se identifique se o aluno é capaz de, perante um novo problema, aplicar conhecimentos já adquiridos, desenhando, eventualmente, novas experiências.</i> (Programa de Biologia e Geologia, Componente de Geologia, orientações gerais, p.14, UA48) |
| <b>Esquemas/diagramas/imagens</b> | <i>CARTA DE EXPLORAÇÃO GERAL DO MÓDULO INICIAL - TEMA 1</i> (Programa de Biologia e Geologia, Componente de Geologia, p.16, UA59)   |

#### 4.5. Dimensões da análise

A análise do programa e dos dois manuais de Biologia e Geologia do 10.º ano, centrada na construção da ciência, incidiu no *o que*, ou seja, nos conteúdos metacientíficos a serem transmitidos/adquiridos e no *o como*, ou seja, na forma como se deve processar essa transmissão/aquisição dos conteúdos metacientíficos, conforme ilustrado na Figura 3.1.

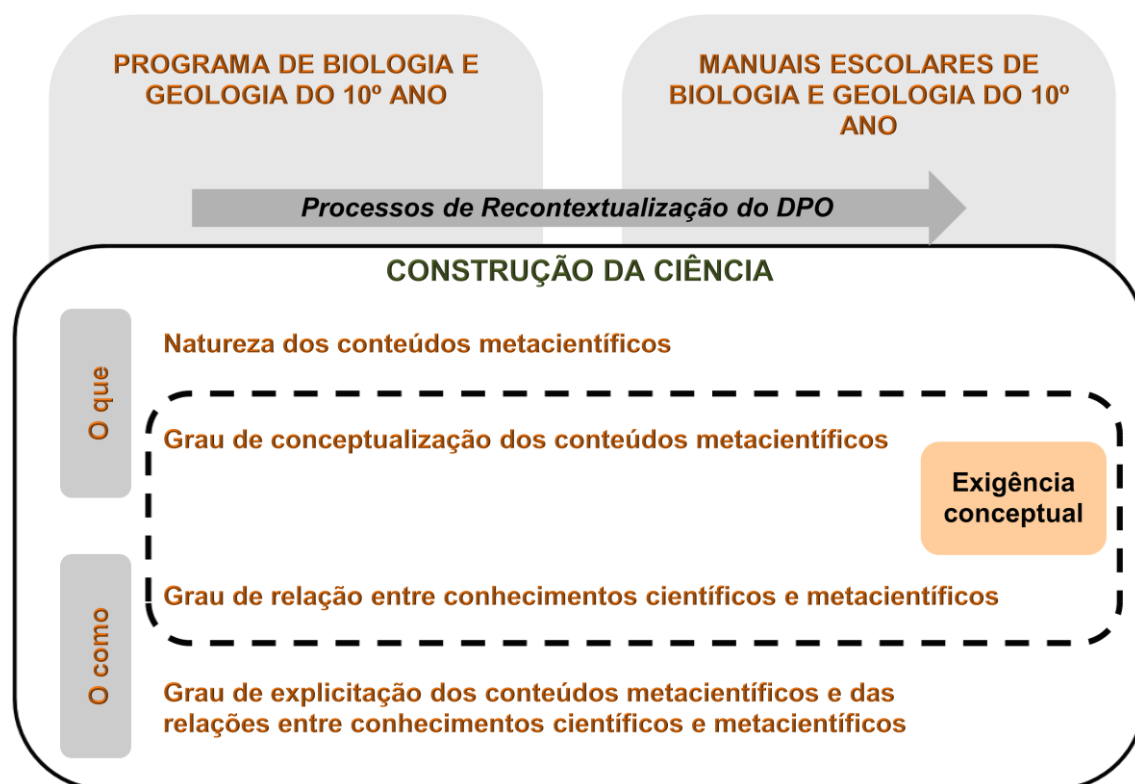


Figura 3.5. Esquema geral da investigação centrada na construção da ciência, no programa e em dois manuais de Biologia e Geologia do 10.º ano.

Foram considerados conteúdos metacientíficos o conjunto dos conhecimentos e das capacidades metacientíficos, que, nesta investigação foram analisados em separado.

No caso do programa, a análise de *o que* consistiu na caracterização dos conhecimentos e das capacidades relativos à construção da ciência que o Ministério da Educação preconiza que sejam contemplados no processo de ensino-aprendizagem, tendo estes sido analisados na secção das orientações gerais e na secção das orientações específicas, que se destina à sua concretização. No caso dos manuais a análise de *o que* consistiu na caracterização dos conhecimentos e das capacidades relativos à construção da ciência que os autores dos manuais preconizam que sejam contemplados no processo de ensino-aprendizagem. Estes foram analisados quer na parte destinada aos alunos (corpo do manual), quer nos materiais dos professores. Assim, no âmbito da caracterização de *o que* da construção da ciência, tanto no programa como nos manuais, foi averiguada a natureza dos conhecimentos e das capacidades metacientíficos ou seja, foi determinada a dimensão da construção da ciência de acordo com Ziman (1984, 2000) a que pertenciam, bem como o seu grau de conceptualização.

A análise de *o como* foi considerada, no programa, ao nível da relação professor/aluno e ao nível das relações Ministério da Educação/ professores e Ministério da Educação/ autores dos manuais. Neste sentido, foi analisada a forma como o discurso pedagógico oficial presente no programa preconiza que se deve processar a transmissão/aquisição dos conteúdos metacientíficos no âmbito da relação professor/aluno. Nesta dimensão da análise foi averiguado em que medida os conhecimentos metacientíficos são relacionados com os conhecimentos científicos. Por outro lado, foi analisada a forma como se processa a transmissão/aquisição dos conteúdos metacientíficos no âmbito das relações Ministério da Educação/ professores e Ministério da Educação/ autores dos manuais. Nesta dimensão da análise, foi averiguado em que medida o discurso pedagógico oficial do programa é explícito, para os professores e os autores dos manuais, relativamente à presença de conteúdos metacientíficos e à relação entre os conhecimentos científicos e os conhecimentos metacientíficos.

No caso dos manuais, a análise de *o como* foi considerada ao nível da relação professor/aluno e ao nível da relação autor dos manuais/professores. Na parte dos manuais destinada aos alunos (desenvolvimento de conteúdos) e nos materiais dos professores, foi analisada a forma como, de acordo com o discurso pedagógico de



reprodução, se processa a transmissão/aquisição dos conteúdos metacientíficos. Na parte dos manuais destinada aos alunos (desenvolvimento de conteúdos) foi considerado que esta análise estava a ser feita no âmbito da relação professor/aluno, já que o corpo dos manuais se destina aos discentes, contribuindo para os orientar no processo de ensino-aprendizagem em contexto de sala de aula, e portanto no âmbito da relação professor/aluno. Não se considerou que a análise era feita no âmbito da relação autor dos manuais/alunos porque isso pressupunha uma utilização autónoma dos manuais por parte dos alunos. Nesta dimensão da análise, foi averiguado em que medida os conhecimentos metacientíficos são relacionados com os conhecimentos científicos. Nos materiais dos professores associados a cada manual foi analisada a forma como se processa a transmissão/aquisição dos conteúdos metacientíficos no âmbito da relação autores dos manuais/professores. Tal como referido anteriormente (Ponto 4.4) esta dimensão da análise foi averiguada apenas nos materiais dos professores, pois é nestes que é expectável a presença de orientações para os mesmos. Neste âmbito, foi averiguado em que medida o discurso pedagógico dos manuais é explícito para os professores relativamente à presença de conteúdos metacientíficos e à relação entre os conhecimentos científicos e os conhecimentos metacientíficos.

Seguindo a perspetiva adotada em outros estudos (Morais & Neves, 2012), considerou-se que a conceptualização dos conteúdos metacientíficos e o grau de relação entre conhecimentos científicos e conhecimentos metacientíficos condicionam o nível de exigência conceptual da aprendizagem científica.

No caso do programa, os aspetos que constituíram o foco deste estudo foram caracterizados em cada unidade de análise e considerados em cada uma das duas secções (orientações gerais e orientações específicas), em cada componente (Biologia e Geologia) do programa. Desta forma, foi possível analisar a extensão e sentido da recontextualização sofrida pelo discurso pedagógico oficial quando se passa dos princípios gerais para as orientações específicas do programa, em cada uma das suas componentes (Biologia e Geologia), tomando como referência os aspetos mencionados. Assim, a análise em separado das duas componentes do programa permitiu compará-las relativamente ao *o que* e ao *o como* da construção da ciência, bem como em termos da extensão e do sentido da recontextualização sofrida pelo discurso pedagógico oficial relativamente a essas dimensões da análise, quando se passa dos princípios gerais para as orientações específicas.

Os resultados e a análise do programa estão organizados de acordo com as orientações gerais (OrG) e as orientações específicas (OrE) de cada componente (Biologia e Geologia) e são apresentados no Apêndice 2, tal como referido anteriormente.

No caso dos manuais, os aspetos da construção da ciência em que incidiu esta análise foram caracterizados em cada unidade de análise e considerados na parte destinada aos alunos (Corpo principal) e nos materiais dos professores, em cada componente (Biologia e Geologia). Foi assim possível analisar a extensão e sentido da recontextualização sofrida pelo discurso pedagógico quando se passa da parte destinada aos alunos para os materiais de apoio aos professores, tomando como referência os aspetos mencionados. Tal como no programa, a análise em separado das duas componentes, Biologia e Geologia, permitiu compará-las relativamente aos aspetos da construção da ciência visados no presente estudo, bem como relativamente à extensão e ao sentido do processo de recontextualização referido.

Os resultados e a análise dos manuais estão organizados de acordo com o corpo do manual e os materiais dos professores de cada componente (Biologia e Geologia) e são apresentados no Apêndice 3.

Com o estudo comparativo dos discursos pedagógicos veiculados no programa e nos dois manuais, com referência aos aspetos da construção da ciência que constituíram o foco deste estudo, pretendeu-se analisar o sentido e a extensão dos processos de recontextualização que ocorrem quando se passa do programa para os manuais.

## **4.6. Construção e aplicação dos instrumentos de análise**

### **4.6.1. Aspetos gerais**

Para a análise de *o que* e de *o como* da construção da ciência que constam do discurso pedagógico oficial do programa e do discurso pedagógico de reprodução dos manuais, foram construídos, pilotados e aplicados instrumentos, que constam do Apêndice 1 (1.1 a 1.7) e que se baseiam em modelos construídos em estudos anteriores do Grupo ESSA, destinados a caracterizar programas curriculares e manuais escolares

(Calado & Neves, 2012; Castro, 2006; Ferreira & Morais, 2014a; Neves & Morais, 2001a, 2001b). Para a conceção dos instrumentos utilizou-se uma metodologia mista baseada em conceitos oriundos do quadro teórico desta tese (e.g., Bernstein, 1990, 2000; Ziman, 1984, 2000) e nos dados obtidos através da análise empírica do programa. Estabeleceu-se, assim, uma relação dialética entre os princípios teóricos e os dados empíricos, que, de acordo com Neves e Morais (2003), aumenta a precisão e a profundidade da realidade que se pretende compreender. Assim, para os graus das escalas de cada instrumento conceberam-se descritores que se baseiam nos conceitos oriundos do quadro teórico desta tese (e.g., Bernstein, 1990, 2000; Ziman, 1984, 2000), e que, em função dos dados empíricos obtidos através da análise do programa, foram sendo reformulados e, nalguns casos, até mesmo substituídos, de forma a torná-los mais adequados ao contexto em causa. Esta metodologia mista, assente numa dialética constante entre os princípios teóricos e os dados empíricos, contribuiu para assegurar a validade dos instrumentos. Também o facto de se terem sujeitado esses modelos a um estudo piloto, em que se analisaram diversos excertos retirados das duas componentes do programa, permitiu apreciar em que medida estes se adequavam ao contexto da análise (Morais & Neves, 2007a; Teddlie e Tashakkori, 2009). Para além disso, estes instrumentos, foram validados por duas investigadoras familiarizadas com o quadro teórico do estudo.

#### **4.6.2. Natureza dos conteúdos (conhecimentos e capacidades) metacientíficos**

Para averiguar a natureza dos conhecimentos e das capacidades metacientíficos foram construídos instrumentos que se constituíram como referenciais de conhecimentos e de capacidades relativamente às dimensões da construção da ciência, de acordo com Ziman (1984, 2000). Neste sentido, foram definidos, para cada dimensão da construção da ciência, de acordo com Ziman (1984, 2000), conhecimentos e capacidades passíveis de ser desenvolvidos nesse âmbito. Os conhecimentos relativos a cada dimensão da construção da ciência foram agrupados em simples (Factos generalizados e conceitos simples) e complexos (Conceitos complexos e temas unificadores/teorias), de acordo com Brandwein et al. (1980) e Cantu e Herron (1978). No caso das capacidades, cada uma foi associada ao respetivo grau de conceptualização, em conformidade com a Taxonomia de Bloom, revista por Anderson e Krathwohl

(2001). Estes instrumentos constam dos Apêndices 1.1 e 1.2, apresentando-se, nas Tabelas 3.5 e 3.6 excertos de cada um deles.

Tabela 3.5

*Excerto do instrumento referencial dos conhecimentos metacientíficos relativos à dimensão filosófica da ciência*

| <b>CONHECIMENTOS SIMPLES</b><br>(Factos generalizados e conceitos simples)   | <b>CONHECIMENTOS COMPLEXOS</b><br>(Conceitos complexos e temas unificadores/teorias)  |
|--|---|
| <b>DIMENSÃO FILOSÓFICA</b><br><i>Ciência enquanto processo dinâmico de construção do conhecimento que engloba metodologias diversas</i>  |   |
| <p>14. A construção do conhecimento científico é feita com recurso a métodos e princípios fundamentados na recolha, organização e interpretação de dados obtidos por métodos diversos.</p> <p>15. O trabalho prático/experimental/laboratorial ou de campo obedece a regras de segurança e de natureza ética.</p> <p>3. Uma hipótese consiste numa teoria ou numa formulação provisória, com vista a dar resposta a um determinado problema científico.</p> <p>20. Podem existir diferentes hipóteses em resposta ao mesmo problema que, através da testagem e/ou da análise de dados recolhidos a partir da realidade envolvente, podem vir a ser apoiadas ou refutadas.</p> <p>25. A ciência evolui em constante interrogação dos seus modelos e teorias, que vão sendo constantemente reformulados.</p> <p>29. São usados conhecimentos de várias áreas científicas na construção de teorias e modelos científicos.</p> <p>31. Em Ciência, novos dados conduzem à reformulação de conceitos e de teorias.</p> | <p>32. O conhecimento científico é constituído por um conjunto de enunciados, organizados hierarquicamente, dos mais elementares para os mais gerais, articulados de forma lógica e dedutiva</p> <p>34. A construção do conhecimento científico engloba modelos, ou seja, representações do mundo, através das quais se procura simplificar a realidade para que esta possa ser analisada.</p> <p>42. Todo o conhecimento científico é falível, isto é, só é válido enquanto não for refutado pela experiência e, por conseguinte, o conhecimento científico não se assume como absoluto, mas apenas como progressivo.</p> <p>43. O conhecimento científico produzido insere-se em quadros teóricos mais amplos ou temas unificadores.</p> <p>11. As teorias científicas constituem modelos imaginativos, por vezes suportados apenas por dados observacionais e assunções lógicas, que tem um grande poder explicativo e capacidade de previsão sobre a realidade.</p> |

Os extratos de texto [1] e [2] dizem respeito a dois exemplos de unidades de análise pertencentes à componente de Geologia do programa, em que foram identificados conhecimentos relacionados com a dimensão filosófica da ciência, com base na correspondência com o item 8 – caso do extrato de texto [1] – e com base nos itens 1 e 8 – caso do extrato de texto [2], do instrumento referencial dos conhecimentos metacientíficos.

[1] *A utilização de modelos físicos analógicos, comum no ensino da Geologia, deverá ser realizada com precaução, uma vez que, pelas características do próprio conhecimento geológico, se levantam, normalmente, problemas de escala, de representatividade dos materiais e de velocidade dos processos.* (Geologia, orientações gerais, p.13, UA44, dimensão filosófica)

[2] *Diretamente, os geólogos trabalham em todos os locais a que podem aceder, em todos os cantos do Mundo: desde os picos gelados das altas montanhas e dos vulcões ativos até às profundezas dos oceanos. Para além disto, os geólogos têm de confiar nas suas observações indiretas, utilizando instrumentos de medida sensíveis e criando modelos.* (Geologia, orientações específicas, p.10, UA5, dimensão filosófica)

Tabela 3.6

*Excerto do instrumento referencial das capacidades metacientíficas relativas à dimensão histórica da ciência*

| <b>CAPACIDADES DO DOMÍNIO COGNITIVO</b>                                     |   |
|---|---|
| <i>Segundo a taxonomia de Bloom revista por Anderson e Krathwool (2001)</i> |   |
| <b>DIMENSÃO HISTÓRICA</b>   |   |
| <i>Ciência enquanto processo gradual de acumulação de conhecimentos</i>     |   |
| 1.  | Saber que o processo de construção da ciência é influenciado pelo contexto histórico, sociocultural, político e económico de cada época   |
| 2.  | Compreender a Ciência enquanto corpo de conhecimentos em evolução   |
| 3.  | Interpretar e compreender leis e modelos científicos, à luz do contexto social, político e económico da época em que surgiram   |
| 4.  | Confrontar e/ou contextualizar no tempo diferentes perspetivas de interpretação   |
| 5.  | Analisar dados recolhidos à luz de um determinado modelo teórico  |
| 6.  | Ponderar argumentos sobre assuntos controversos que surgiram ao longo dos tempos no âmbito do conhecimento científico   |
| 7.  | Argumentar com base em resultados de investigação divulgados  |
| 8.  | Apresentar resultados de pesquisa, de análise e de síntese  |
| 9.  | Expor e defender ideias recorrendo à argumentação   |
| 10.   | Analisar e debater relatos de descobertas científicas e de outros episódios da história da ciência  |
| 11.   | Utilizar corretamente a linguagem científica em situações diversas  |
| 12.   | Produzir textos escritos, orais ou apresentações onde se evidencie a estrutura lógica do texto em função da abordagem do assunto, mediante a interpretação de fontes de informação diversas com distinção entre o essencial e o acessório, a utilização de modos diferentes de representar essa informação, a utilização correta de regras de citação, a organização correta das referências bibliográficas |
| 13.   | Pesquisar informação publicada acerca de assuntos determinados  |

Estes instrumentos permitiram, assim, analisar a natureza dos conhecimentos e das capacidades metacientíficos, ou seja, a que dimensão da construção da ciência de acordo com Ziman (1984, 2000) pertenciam e, por outro lado, o seu grau de complexidade. No entanto, este veio a ser avaliado de forma mais precisa quando se recorreu aos instrumentos de análise do grau de conceptualização dos conhecimentos e das capacidades metacientíficos, que se descrevem nas secções seguintes.

Nos extratos de texto [3] e [4] apresentam-se dois exemplos de unidades de análise em que foram identificadas capacidades relacionadas com a dimensão histórica da ciência, com base na correspondência com o item 3 – caso do extrato de texto [3] – e

com base no item 4 – caso do extrato de texto [4], do instrumento referencial das capacidades metacientíficas.

[3] *Identifica, na História da ciência, as controvérsias, os percursos sinuosos, os retrocessos e a resistência à mudança.* (Manual A, Geologia, corpo do manual, p.106, UA159, DF, DH)

[4] *Localiza o contexto histórico e sociocultural em que surge o conhecimento (contexto-descoberta).* (Manual A, Geologia, corpo do manual, p.55, UA83, DH)

#### **4.6.3. Grau de complexidade dos conteúdos (conhecimentos e capacidades) metacientíficos**

O instrumento de avaliação do grau de complexidade dos conhecimentos metacientíficos, apresentado no Apêndice 1.3, contém o conjunto de indicadores definidos para a análise de *o que* (*Temas/Conteúdos, Finalidades/Objetivos /Competências, Orientações metodológicas, Esquemas/Diagramas/Imagens, Atividades e Avaliação*) e, para cada indicador, os descritores correspondentes a quatro graus de uma escala de complexidade dos conhecimentos metacientíficos, para cada dimensão da construção da ciência (Ziman, 1984, 2000). Os descritores dessa escala contemplam, por ordem crescente de conceptualização, conhecimento factual (Grau 1), conceitos simples (Grau 2), conceitos complexos (Grau 3) e temas unificadores e teorias (Grau 4). Estes descritores baseiam-se nos seguintes princípios teóricos:

- Factos são dados que resultam da observação, por evidências diretas ou indiretas (Ferreira, Moraes, Neves, Saraiva & Castro, 2015)
- Um conceito é uma “construção mental, um grupo de elementos ou atributos comuns partilhados por certos objetos ou eventos” (Brandwein et al., 1980, p.12) e representa uma ideia que surge da combinação de vários factos ou outros conceitos. Os conceitos simples correspondem aos conceitos concretos propostos por Cantu e Herron (1978), os quais se caracterizam por ter um baixo nível de abstração, atributos definidores e exemplos que são observáveis.
- Os conceitos complexos “são aqueles que não têm exemplos perceptíveis ou atributos definidores que não são perceptíveis”, em conformidade com a definição de conceitos abstratos proposta por Cantu e Herron (1978, p.135).

- Os temas unificadores dizem respeito a ideias estruturantes e correspondem, em ciências, às generalizações sobre o mundo que são aceites pelos académicos em cada área específica (Campbell & Reece, 2008).
- As teorias científicas correspondem a explicações sobre uma ampla variedade de fenómenos relacionados e que já foram sujeitas a testagem significativa (Duschl, Schweingruber & Shouse, 2007).

Na Tabela 3.7 apresenta-se um excerto deste instrumento, relativo à dimensão filosófica da ciência. Para as outras dimensões da construção da ciência – histórica, psicológica e sociológica (interna e externa) – foram elaborados descritores semelhantes, adaptados a cada uma delas. Assim, cada um dos graus de conceptualização dos conhecimentos metacientíficos contemplados neste modelo é passível de ser analisado ao nível de cada dimensão da construção da ciência (Ziman, 1984, 2000) e com referência a cada indicador, com as devidas adaptações.

Tabela 3.7

*Excerto do instrumento de avaliação do grau de conceptualização dos conhecimentos metacientíficos relativos à dimensão filosófica da ciência, ao nível do indicador Temas/conteúdos*

| <b>Grau 0</b>  | <b>Grau 1</b>   | <b>Grau 2</b>   | <b>Grau 3</b>   | <b>Grau 4</b>   |
|--|---|---|---|---|
| Não são referidos conhecimentos metacientíficos relativos à dimensão filosófica da ciência | São referidos conhecimentos metacientíficos de natureza factual relativos à dimensão filosófica da ciência correspondentes a informação concreta, observável ou perceptível | São referidos conhecimentos metacientíficos simples relativos à dimensão filosófica da ciência correspondentes a conceitos simples, com um nível de abstração baixo e características facilmente perceptíveis | São referidos conhecimentos metacientíficos complexos relativos à dimensão filosófica da ciência correspondentes a conceitos complexos, com um nível de abstração alto e características não perceptíveis | São referidos conhecimentos metacientíficos complexos relativos à dimensão filosófica da ciência correspondentes a temas unificadores ou ideias estruturantes e teorias |

Na Tabela 3.8 apresentam-se exemplos de unidades de análise contempladas em diversas partes do programa e dos manuais, para cada grau de conceptualização dos conhecimentos metacientíficos, sendo referida a dimensão da construção da ciência (Ziman, 1984, 2000) a que corresponde cada um.

Tabela 3.8

*Exemplos de unidades de análise correspondentes aos vários graus de conceptualização dos conhecimentos metacientíficos, retiradas do programa e dos dois manuais de Biologia e Geologia do 10.º ano*

| <b>Conceptualização dos conhecimentos metacientíficos</b> | <b>Unidades de análise</b>   |
|---|--|
| Grau 1  | <p><i>Cerca de 150 milhões de anos depois, aquele local, agora conhecido como Paimogo (perto da Lourinhã), é muito diferente. Em 1993, era palco de atividades de prospeção paleontológica por Isabel Mateus, que já conhecia o aspeto das cascas de ovos de dinossauros. Isabel acabava de fazer a maior descoberta da sua vida: um ninho de ovos de dinossauro com ossos de embrião!</i></p> <p><i>O cenário acima descrito é uma interpretação que a equipa de paleontólogos nacionais e estrangeiros sugere para o que aconteceu há cerca de 150 milhões de anos, em pleno Jurássico Superior, com base nos dados científicos obtidos pelo Museu da Lourinhã e a Universidade Nova de Lisboa, em colaboração com o Museu de História Natural de Paris, Universidade de Coimbra, Colégio de França e Instituto Geológico e Mineiro. (Manual A, Geologia, materiais dos professores, Doc. 1, UA100, DSI)</i></p> |
| Grau 2  | <p><i>Relembrar os organitos celulares utilizando esquemas e referir a mitocôndria como organito indispensável ao processo de respiração aeróbia. Explorar o facto de estes organitos não terem sido observados em trabalhos práticos anteriores e discutir a necessidade de recorrer a outros instrumentos óticos com maior poder de resolução e de ampliação que serão, eventualmente, alvo de ulteriores estudos. (Programa de Biologia e Geologia, Componente de Biologia, p.85, UA148, DSE)</i></p>   |
| Grau 3  | <p><i>Aconselha-se, por isso, que o recurso a modelos analógicos seja acompanhado de uma discussão das hipóteses subjacentes, de uma apreensão das suas limitações e de uma avaliação crítica dos resultados associada a uma comparação com dados reais. (Programa de Biologia e Geologia, Componente de Geologia, p.13, UA45, DF)</i></p>   |
| Grau 4  | <p><i>Neocatastrofismo – Esta nova teoria reconhece o uniformitarismo como o guia principal que permite entender os processos geológicos, mas não exclui que fenómenos catastróficos ocasionais tenham contribuído para eventuais alterações localizadas na superfície terrestre. Esta conceção procura interpretar os efeitos de alguns fenómenos catastróficos, como acontece com os impactos meteoríticos, baseando-se em dados geológicos. A explicação para o desaparecimento dos dinossauros, enquadrada nesta conceção neocatastrofista, terá mais significado sobre a existência dos seres vivos do que sobre os aspetos geológicos na sua globalidade. (Manual A, Geologia, corpo do manual, p.49, UA65, SubUA3, DF)</i></p>  |

*Nota:* DF – dimensão filosófica da ciência; DSI – dimensão sociológica interna da ciência.

O instrumento de avaliação do grau de conceptualização das capacidades metacientíficas (Apêndice 1.4), também foi estruturado de acordo com o conjunto de indicadores definidos para a análise de *o que* (*Temas/Conteúdos, Finalidades/Objetivos/Competências, Orientações metodológicas, Esquemas/Diagramas/Imagens, Atividades e Avaliação*). Este instrumento integra, para cada um desses indicadores, os descritores correspondentes a seis graus de uma escala de complexidade das



capacidades metacientíficas, para cada dimensão da construção da ciência (Ziman, 1984, 2000). Nesta escala, o *Grau 0* corresponde à ausência de capacidades metacientíficas e os Graus 1, 2, 3, 4, 5 e 6 correspondem, numa ordem crescente de complexidade, a capacidades que implicam os processos cognitivos *Lembrar*, *Compreender*, *Aplicar*, *Analisar*, *Avaliar* e *Criar*, em conformidade com a Taxonomia de Bloom, revista por Anderson e Krathwohl (2001).

Na Tabela 3.9 apresenta-se um excerto deste instrumento, relativo à dimensão filosófica da ciência. Para cada um dos graus de conceptualização das capacidades metacientíficas contemplados neste modelo foram elaborados descritores semelhantes, adaptados a cada uma das outras dimensões da construção da ciência – histórica, psicológica e sociológica (interna e externa), com referência a cada indicador.

Tabela 3.9

*Excerto do instrumento de avaliação do grau de conceptualização das capacidades metacientíficas relativas à dimensão filosófica da ciência, ao nível do indicador Temas/conteúdos*

| <b>Grau 0</b>  | <b>Grau 1</b>  | <b>Grau 2</b>  | <b>Grau 3</b>  | <b>Grau 4</b>   | <b>Grau 5</b>  | <b>Grau 6</b>  |
|--|--|--|--|---|--|--|
| Não são referidas capacidades relativas à dimensão filosófica da ciência | São referidas capacidades ao nível do processo cognitivo <i>Lembrar</i> relativas à dimensão filosófica da ciência | São referidas capacidades ao nível do processo cognitivo <i>Compreender</i> relativas à dimensão filosófica da ciência | São referidas capacidades ao nível do processo cognitivo <i>Aplicar</i> relativas à dimensão filosófica da ciência | São referidas capacidades ao nível do processo cognitivo <i>Analisar</i> relativas à dimensão filosófica da ciência | São referidas capacidades ao nível do processo cognitivo <i>Avaliar</i> relativas à dimensão filosófica da ciência | São referidas capacidades ao nível do processo cognitivo <i>Criar</i> relativas à dimensão filosófica da ciência |

Na Tabela 3.10 apresentam-se várias unidades de análise retiradas do programa e dos dois manuais escolares analisados, que dizem respeito a exemplos de cada um dos graus de conceptualização das capacidades metacientíficas, associados à respetiva dimensão da construção da ciência.

Tabela 3.10

*Exemplos de unidades de análise que contemplam vários graus de conceptualização das capacidades metacientíficas, retiradas do programa e dos dois manuais de Biologia e Geologia do 10.º ano*

| <b>Conceptualização das capacidades metacientíficas</b> | <b>Unidades de análise</b>   |
|---|--|
| Grau 1  | <i>Preparação da suspensão de leveduras</i><br><i>Juntar 20 g de fermento de padeiro a 200 ml de água destilada. Fazer borbulhar, durante 12 horas, ar proveniente de um tubo ligado a uma bomba de aquário.</i><br><i>Deixar em repouso durante 12 horas.</i><br><i>Caso seja possível, pode substituir os termómetros por sensores de temperatura,</i> |

---

|        |  |
|--------|--|
|        | <i>o que permite uma leitura contínua da temperatura.</i> (Manual A, Biologia, materiais dos professores, Guia do professor 84, UA260, DF)   |
| Grau 2 | <i>Reconhecer as interações que a Geologia estabelece com as outras ciências.</i> (Programa de Biologia e Geologia, Componente de Geologia, p.9, UA18, DF)   |
| Grau 3 | <i>A propósito de Marte, poderão os alunos fazer uma pesquisa relativamente à possibilidade da existência de água à sua superfície. Os resultados dessa pesquisa podem ser alvo de apresentação à turma, promovendo-se uma discussão relativamente às condições que deveriam ou deverão existir para que isso seja possível.</i> (Manual A, Geologia, materiais dos professores, Guia do professor 50, UA185, DH)  |
| Grau 4 | <i>Realizar observações de campo sobre possíveis danos causados por fenómenos geológicos em zonas próximas.</i> (Geologia, p.25, UA26)   |
| Grau 5 | <i>Problematizar e formular hipóteses.</i> (Programa de Biologia e Geologia, Componente de Geologia, p.25, UA27)   |
| Grau 6 | Exercício em que se apresenta uma breve descrição de uma experiência relativa ao efeito da auxina na germinação de <i>Phaeseolus vulgaris</i> (feijoeiro), com imagens dos respetivos resultados, a que se seguem 4 questões, uma das quais implica a mobilização de capacidades relacionadas com as metodologias da ciência, correspondentes ao Grau 6 de conceptualização: <i>Sugira uma hipótese para explicar o aparecimento de raízes na ausência de auxina.</i> (Manual A, Biologia, corpo do manual, p.187, UA320, DF, grau 6, DSE, grau 2) |

---

#### 4.6.4. Relação entre conhecimentos científicos e conhecimentos metacientíficos

Para a avaliação do grau de relação entre conhecimentos científicos e conhecimentos metacientíficos foi construído um instrumento baseado no conceito de classificação de Bernstein (1990), que consta do Apêndice 1.5. Este destina-se a analisar o grau de manutenção de fronteiras entre conhecimentos científicos e conhecimentos metacientíficos, que é traduzido através de uma escala com quatro graus diferentes de classificação. Este instrumento contém o conjunto de indicadores definidos para a análise das relações entre conhecimentos científicos e conhecimentos metacientíficos, (*Temas/Conteúdos, Finalidades/Objetivos/Competências, Orientações metodológicas, Esquemas/Diagramas/Imagens e Atividades e Avaliação*). Para cada indicador, foram definidos os descritores correspondentes aos quatro graus de classificação da escala. Estes vão desde a classificação mais forte ( $C^{++}$ ), em que não há sequer referência a conhecimentos metacientíficos, até à classificação mais fraca ( $C^{-}$ ), em que não só é estabelecida relação entre conhecimentos científicos e metacientíficos, como é atribuído igual estatuto a esses dois tipos de conhecimentos nessa relação. Sublinha-se que, de acordo com o quadro teórico da presente investigação, a situação ideal do ensino das

ciências em termos de intradisciplinaridade entre ciência e metaciência corresponde aos casos em que são estabelecidas relações entre os conhecimentos metacientíficos e os conhecimentos científicos, mas é conferido a estes últimos maior estatuto nessa relação (C<sup>-</sup>). Na Tabela 3.11 apresenta-se um excerto deste instrumento.

Tabela 3.11

*Excerto do instrumento de avaliação do grau de relação entre conhecimentos científicos e conhecimentos metacientíficos (Classificação), com referência ao indicador Temas/conteúdos*

| Graus de classificação                       |   |  |  |
|--|---|--|--|
| C <sup>++</sup>                              | C <sup>+</sup>  | C <sup>-</sup>   | C <sup>- -</sup>   |
| Contemplam apenas conhecimentos científicos. | Contemplam quer conhecimentos científicos, quer conhecimentos metacientíficos, mas não a relação entre estes e os conhecimentos científicos.<br><br>(Contempla também os casos em que estão presentes apenas conhecimentos metacientíficos) | Contemplam conhecimentos metacientíficos e também relações entre estes e os conhecimentos científicos, sendo conferido a estes últimos maior estatuto nessa relação. | Contemplam conhecimentos metacientíficos e também relações entre estes e os conhecimentos científicos, sendo conferido a estes dois tipos de conhecimentos igual estatuto nessa relação. |

Foram elaborados descritores semelhantes adaptados aos restantes indicadores. Na Tabela 3.12, apresentam-se exemplos de unidades de análise referentes a cada um dos graus de relação entre conhecimentos científicos e metacientíficos, expressos através de graus de classificação.

Tabela 3.12

*Exemplos de unidades de análise que contemplam vários graus de relação entre conhecimentos científicos e metacientíficos (graus de classificação), retiradas do programa e dos dois manuais de Biologia e Geologia do 10.º ano*

| Classificação   | Unidades de análise  |
|-----------------|--|
| C <sup>++</sup> | <i>A Geologia é uma das Ciências da Terra que estuda a história do nosso planeta, a sua estrutura, os materiais que o compõem, os minerais e as rochas, os processos da sua transformação e a sua configuração espacial. (Programa de Biologia e Geologia, Componente de Geologia, orientações específicas, p.10, UA2)</i> |
| C <sup>+</sup>  | <i>As questões de segurança e certos princípios éticos de atuação do geólogo no campo, em especial, a grande contenção na destruição de afloramentos e colheita de amostras não devem ser esquecidos. (Programa de Biologia e Geologia, Componente de Geologia, orientações gerais, p.12, UA43)</i>                        |
| C <sup>-</sup>  | <i>Guia do professor<br/>Sendo a fotossíntese um assunto por vezes problemático, procurámos abordá-la privilegiando a componente experimental, através de experiências realizadas pelos alunos ou levando-os a interpretar experiências célebres. Em todos os casos, pode</i>  |

---

|                 |   |
|-----------------|---|
|                 | <i>fazer-se o diagnóstico de concepções alternativas e promover a troca conceptual. Ao mesmo tempo, e de forma gradual, os alunos vão racionalizando os conceitos e estabelecendo uma estrutura conceptual sólida.</i> (Manual A, Biologia, materiais dos professores, Guia do professor 44, UA222) |
| C <sup>++</sup> | <i>Valorizar a compreensão dos processos metabólicos, no sentido da sua utilização no fabrico, processamento e conservação de alimentos.</i> (Programa de Biologia e Geologia, Componente de Biologia, orientações específicas, p.84, UA131)  |

---

#### 4.6.5. Explicitação da construção da ciência

Para a avaliação do grau de explicitação de *o que* e de *o como* foram construídos instrumentos baseados no conceito de enquadramento de Bernstein (1990). Este conceito foi assim utilizado, nesta investigação, para caracterizar o grau de explicitação do discurso pedagógico oficial do programa e do discurso pedagógico de reprodução dos manuais relativamente à presença de conteúdos metacientíficos e de relações entre conhecimentos científicos e metacientíficos. Esta análise foi feita no contexto da relação Ministério da Educação/professores no caso do programa e no contexto da relação autores dos manuais/professores, no caso dos manuais escolares.

O enquadramento é usado para analisar as relações entre agências/sujeitos, expressando a natureza das relações de controlo entre categorias. Nesta investigação o enquadramento foi usado para estudar as relações Ministério da Educação/professores, Ministério da Educação/autores dos manuais e autores dos manuais/professores, com referência à construção da ciência. No caso das relações entre o Ministério da Educação e os professores e entre o Ministério da Educação e os autores dos manuais, o enquadramento é forte quando as categorias de maior estatuto (Ministério da Educação) assumem o controlo sobre, por exemplo, a seleção dos conteúdos, capacidades e atividades a explorar pelos professores nas suas práticas letivas, ou pelos autores dos manuais no discurso pedagógico presente nesses textos. Por outro lado, o enquadramento é fraco quando as categorias de menor estatuto (professores ou autores dos manuais) partilham esse controlo. Nos casos de enquadramento forte, o facto de o Ministério da Educação ser o detentor do controlo sobre as regras discursivas implica dar orientações explícitas aos professores e aos autores dos manuais, veiculadas através do discurso pedagógico oficial do programa que consta dos programas, relativamente ao discurso pedagógico que o Ministério preconiza que deve ser transmitido pelos professores nas suas práticas letivas e pelos manuais escolares. Quando essas orientações não são

explícitas, significa que o controlo sobre as regras discursivas é partilhado entre o Ministério da Educação e os professores ou os autores dos manuais, sendo o enquadramento fraco. Nestes casos, o texto legítimo que o Ministério da Educação visa que seja transmitido pelos professores, nas aulas, ou pelos autores dos manuais através dos mesmos, pode afastar-se consideravelmente daquele que na realidade é transmitido.

No caso da relação autores dos manuais/professores, um enquadramento forte implica que, na parte destinada às orientações para os professores (Materiais de apoio aos professores), o discurso pedagógico desses textos seja explícito relativamente ao texto legítimo que os autores dos manuais visam que seja transmitido pelos professores aos alunos. Quando essas orientações não são explícitas, está-se perante um caso de enquadramento fraco.

Os instrumentos de avaliação do grau de explicitação dos conteúdos metacientíficos e das relações entre conhecimentos científicos e metacientíficos, apresentados nos Apêndices 1.6 e 1.7, destinaram-se, por um lado, a avaliar em que medida o discurso pedagógico oficial do programa é explícito relativamente ao texto legítimo que o Ministério da Educação visa que seja transmitido pelos professores aos alunos, bem como através dos manuais escolares, no que diz respeito a esses aspetos da construção da ciência. Por outro lado, estes instrumentos também permitiram avaliar em que medida o discurso pedagógico presente nos manuais escolares é explícito, para os professores, relativamente aos aspetos da construção da ciência que constituem o foco deste estudo.

Estes instrumentos contêm o mesmo conjunto de indicadores que os instrumentos de avaliação de *o que* e da intradisciplinaridade entre conhecimentos científicos e metacientíficos (*Temas/Conteúdos, Finalidades/Objectivos/Competências, Orientações Metodológicas, Atividades, Avaliação, Esquemas/Diagramas/Imagens*). Com base nos pressupostos teóricos, nomeadamente no conceito de enquadramento da teoria de Bernstein (1990) e nos dados empíricos recolhidos a partir do programa, definiram-se, para cada indicador, descritores correspondentes a uma escala com quatro graus de enquadramento. Para a avaliação do grau de explicitação de *o que*, ou seja, da presença de conteúdos metacientíficos (conhecimentos e/ou capacidades), foi construído um instrumento (Apêndice 1.6), cujo excerto se apresenta na Tabela 3.13. Este foi aplicado a cada unidade de análise que contemplava conteúdos (conhecimentos e/ou capacidades) relacionados com a construção da ciência.

Tabela 3.13

*Excerto do instrumento de avaliação do grau de explicitação de o que relativo à dimensão filosófica da ciência, com referência ao indicador Temas/conteúdos, expresso através de graus de enquadramento*

| Graus de Enquadramento   |  |   |   |
|--|--|---|---|
| E <sup>++</sup>  | E <sup>+</sup>   | E <sup>-</sup>  | E <sup>--</sup>   |
| Os conteúdos relativos à dimensão filosófica da ciência são apresentados.  | Os conteúdos relativos à dimensão filosófica da ciência são apresentados.  | Os conteúdos relativos à dimensão filosófica da ciência são apresentados.   | Os conteúdos relativos à dimensão filosófica da ciência são referidos.  |
| É explicada a sua importância no âmbito do ensino/aprendizagem da metaciência, sendo também referida que é essa a perspetiva do programa | É explicada a sua importância no âmbito do ensino/aprendizagem da metaciência, sem referir que é essa a perspetiva do programa | Não é explicada a sua importância no âmbito do ensino/aprendizagem da metaciência, nem é referida que é essa a perspetiva do programa | Não é explicada a sua importância no âmbito do ensino/aprendizagem da metaciência, nem é referida que é essa a perspetiva do programa |

Para cada um dos graus de enquadramento contemplados neste modelo foram elaborados descritores semelhantes, adaptados a cada uma das outras dimensões da construção da ciência – histórica, psicológica e sociológica (interna e externa), com referência a cada indicador. A Tabela 3.14 diz respeito a exemplos de unidades de análise retiradas do programa e dos manuais, referentes a cada grau de explicitação dos conteúdos metacientíficos (*o que*), traduzido através de graus de enquadramento.

Tabela 3.14

*Exemplos de unidades de análise que contemplam vários graus de explicitação dos conteúdos metacientíficos (graus de enquadramento), retiradas do programa e dos dois manuais de Biologia e Geologia do 10.º ano*

| Enquadramento   | Unidades de análise  |
|-----------------|--|
| E <sup>++</sup> | <p><i>Guia do professor</i></p> <p><i>Embora a abordagem da estrutura da membrana plasmática não tenha de ser feita numa perspetiva histórica, pareceu-nos que um confronto sumário entre os três modelos apresentados poderia melhorar a compreensão, não só da estrutura da membrana, mas também do papel das hipóteses em Ciência. À criação de uma hipótese segue-se um período de validação e, posteriormente, de incorporação do conhecimento e, finalmente, o processo final de aceitação. Há, pois, um diálogo constante entre a teoria e as observações/experimentações, entre o que pode ser e o que parece que é. (Manual A, Biologia, materiais dos professores, Guia do professor 31, UA207)</i></p>  |
| E <sup>+</sup>  | <p><i>Guia do professor</i></p> <p><i>Não se pretende que a abordagem dos métodos para o estudo do interior da geosfera seja descritiva e centrada no conhecimento puro, mas sim que tire partido daquilo que os alunos já sabem, valorizando as dificuldades inerentes aos diferentes métodos, as suas limitações e o interesse em recorrer ao maior número possível de dados. O acessível e o inacessível, os métodos e o suporte de outras disciplinas, como a Física e a Matemática, devem ajudar os alunos a compreender que a atividade científica é um empreendimento coletivo e multidisciplinar onde a superação de obstáculos e dificuldades é uma constante. (Manual A, Geologia, materiais dos professores, Guia do professor 69, UA203)</i></p> |
| E <sup>-</sup>  | <p><i>A tradicional organização da Biologia em várias "especialidades", como, botânica, zoologia, citologia, histologia, anatomia, fisiologia, genética,</i></p>   |

*sistemática, ecologia,..., assenta numa perspectiva histórica de construção dos saberes e de organização para a compreensão especializada dos mesmos. Esta, não será a lógica mais adequada para servir de base à construção de um programa de Biologia para o Ensino Secundário* (Programa de Biologia e Geologia, Componente de Biologia, orientações gerais, p.68, UA10)

E<sup>-</sup> *Compreender os princípios básicos do raciocínio geológico* (Programa de Biologia e Geologia, Componente de Geologia, orientações gerais, p.8, UA15)

Para a avaliação do grau de explicitação das relações entre conhecimentos científicos e conhecimentos metacientíficos, foi construído um instrumento (Apêndice 1.7), cujo excerto se apresenta na Tabela 3.15. Este foi aplicado a cada unidade de análise que contemplava esse tipo de relações e, para cada um dos graus de enquadramento contemplados neste modelo foram elaborados descritores semelhantes, com referência a cada indicador.

Tabela 3.15

*Excerto do instrumento de avaliação do grau de explicitação de o como relativo à dimensão filosófica da ciência, com referência ao indicador Temas/conteúdos, expresso através de graus de enquadramento*

| Graus de enquadramento   |  |   |  |
|--|--|---|--|
| E <sup>++</sup>  | E <sup>+</sup>   | E <sup>-</sup>  | E <sup>-</sup>   |
| As relações entre conhecimentos científicos e metacientíficos são apresentadas.<br>É explicada a sua importância no âmbito do ensino/aprendizagem da metaciência, sendo também referida que é essa a perspectiva do programa | As relações entre conhecimentos científicos e metacientíficos são apresentadas.<br>É explicada a sua importância no âmbito do ensino/aprendizagem da metaciência, sem referir que é essa a perspectiva do programa | As relações entre conhecimentos científicos e metacientíficos são apresentadas.<br>Não é explicada a sua importância no âmbito do ensino/aprendizagem da metaciência, nem é referida que é essa a perspectiva do programa | As relações entre conhecimentos científicos e metacientíficos são referidas.<br>Não é explicada a sua importância no âmbito do ensino/aprendizagem da metaciência, nem é referida que é essa a perspectiva do programa |

Na Tabela 3.16 são apresentados exemplos de unidades de análise retiradas do programa e dos manuais, referentes a cada grau de explicitação das relações entre conhecimentos científicos e metacientíficos (*o como*), traduzido através de graus de enquadramento.

Tabela 3.16

*Exemplos de unidades de análise que contemplam vários graus de explicitação das relações entre conhecimentos científicos e metacientíficos (graus de enquadramento), retiradas do programa e dos dois manuais de Biologia e Geologia do 10.º ano*

| Enquadramento   | Unidades de análise  |
|-----------------|--|
| E <sup>++</sup> | <i>Entre as diversas questões que, nos últimos anos, têm suscitado o interesse dos geólogos e que, em simultâneo, têm sido alvo de uma grande divulgação em termos mediáticos, encontra-se a da extinção dos dinossauros, problema para o qual têm vindo a ser propostos diferentes modelos explicativos. Através da introdução desta questão como fio condutor do Módulo inicial - Tema I, pretende-se rever uma série de conceitos adquiridos anteriormente e, ao mesmo tempo, corrigir algumas conceções erradas que, sobre este assunto, se têm desenvolvido devido às abordagens sensacionalistas que frequentemente têm sido feitas. Deve ser destacado o facto de existir mais do que um modelo explicativo para a sua extinção, aproveitando-se a oportunidade para colocar em evidência o processo de construção do conhecimento científico. (Geologia, orientações específicas, p.27, UA58)</i>  |
| E <sup>+</sup>  | <i>Simulação de um vulcão, identificando os diferentes fatores que podem alterar o tipo de atividade vulcânica e a respetiva forma do cone vulcânico e problematizando as diferentes variáveis em jogo. Inflamando uma fita de magnésio implantada em dicromato de amónio, que se encontra contida num cadinho de porcelana, pode simular-se um vulcão. Parte-se de uma superfície plana e obtém-se um cone, havendo, portanto, uma manifestação da atividade geológica através de uma edificação. Pode analisar-se a forma do cone vulcânico, a cratera vulcânica, a parte superior da chaminé, o modo como as “cinzas” se dispersam, o cheiro resultante da “erupção” e determinar-se o tipo de “erupção”. O professor deve chamar a atenção para as analogias entre o modelo e o processo geológico, realçando, no entanto, as variáveis envolvidas e as diferentes escalas de tempo e de espaço em que ocorrem os fenómenos. Para esta atividade é necessário o seguinte material: cadinho de porcelana, canivete, dicromato de amónio, enxofre em pó, espátula, fita de magnésio, fósforos e tabuleiro metálico. (Geologia, orientações específicas, p.60, UA253)</i> |
| E <sup>-</sup>  | <i>A época em que viveram os dinossauros pode ser determinada através de uma datação relativa ou de uma datação radiométrica das rochas onde se encontram os seus vestígios. Durante mais de 170 Ma estes seres viveram sobre o nosso planeta, tendo-se extinguido há cerca de 65 Ma. (Geologia, orientações específicas, p.32, UA74)</i>  |
| E <sup>--</sup> | <i>Assim, no final do 11º ano, espera-se que os alunos se tenham apropriado dos conceitos fundamentais inerentes aos sistemas vivos que constituem, afinal, o objecto de estudo da Biologia; deseja-se que tenham reforçado algumas capacidades e competências próprias das ciências, em particular da Biologia, e tenham, também, construído um sistema de valores que lhes permita seleccionar e assumir, em liberdade, as atitudes que considerem mais relevantes para a sua própria vivência. (Programa de Biologia e Geologia, Componente de Biologia, orientações gerais, p.66, UA3)</i>   |

#### 4.7. Procedimentos de análise de dados

No programa e nos dois manuais de Biologia e Geologia do 10.º ano foram seleccionadas, realçadas e numeradas todas as unidades de análise. Este procedimento incidiu nas orientações gerais e nas orientações específicas de cada uma das



componentes do programa, e no corpo principal e nos materiais dos professores de cada uma das componentes dos dois manuais. Cada uma das unidades de análise do programa e dos dois manuais foi analisada individualmente com referência às várias dimensões de *o que* e de *o como* consideradas neste estudo, conforme ilustrado na Figura 3.6.

|                      |        | UNIDADES DE ANÁLISE   |                         |                           |                 |
|----------------------|--------|---|-------------------------|---------------------------|-----------------|
|                      |        | Programa  |                         | Manuais                   |                 |
|                      |        | Orientações gerais  | Orientações específicas | Materiais dos professores | Corpo do manual |
| DIMENSÕES DA ANÁLISE | O que  | Natureza dos conteúdos metacientíficos                                    |                         |                           |                 |
|                      |        | Conceptualização dos conteúdos metacientíficos                            |                         |                           |                 |
|                      | O como | Relação entre conhecimentos científicos e metacientíficos                 |                         |                           |                 |
|                      |        | Explicitação dos conteúdos metacientíficos                                |                         |                           |                 |
|                      |        | Explicitação da relação entre conhecimentos científicos e metacientíficos |                         |                           |                 |

Figura 3.6. Dimensões de *o que* e de *o como* consideradas na análise de cada uma das partes do programa e dos manuais.

Nas unidades de análise do corpo principal dos dois manuais não foi averiguado o grau de explicitação de *o que* e de *o como* da construção da ciência, devido ao facto de essa ser uma parte destinada aos alunos. Neste sentido, não era exetável que contivesse orientações relativas ao *o que* e ao *o como* a ser transmitidos/adquiridos, tal como referido anteriormente (Pontos 4.3 e 4.4). No Apêndice 2 (2.1, 2.2, 2.3, 2.4 e 2.5) apresentam-se as tabelas gerais com os resultados. Assim, cada uma das unidades foi analisada quanto à presença ou não de conteúdos relacionados com a construção da ciência e, nos casos em que estes estavam presentes, foi averiguado se correspondiam a conhecimentos, a capacidades ou a ambos<sup>4</sup>. Cada uma dessas unidades, previamente caracterizada quanto à presença de conhecimentos e/ou capacidades metacientíficos, foi associada ao respetivo indicador, tendo em seguida sido analisada em termos de *o que* e de *o como* da construção da ciência, com recurso aos instrumentos de análise descritos na secção anterior. A Figura 3.7 ilustra um exemplo deste procedimento aplicado a uma unidade de análise das orientações gerais da componente de Biologia do programa.

<sup>4</sup> Algumas unidades de análise integravam, simultaneamente, conhecimentos e capacidades.

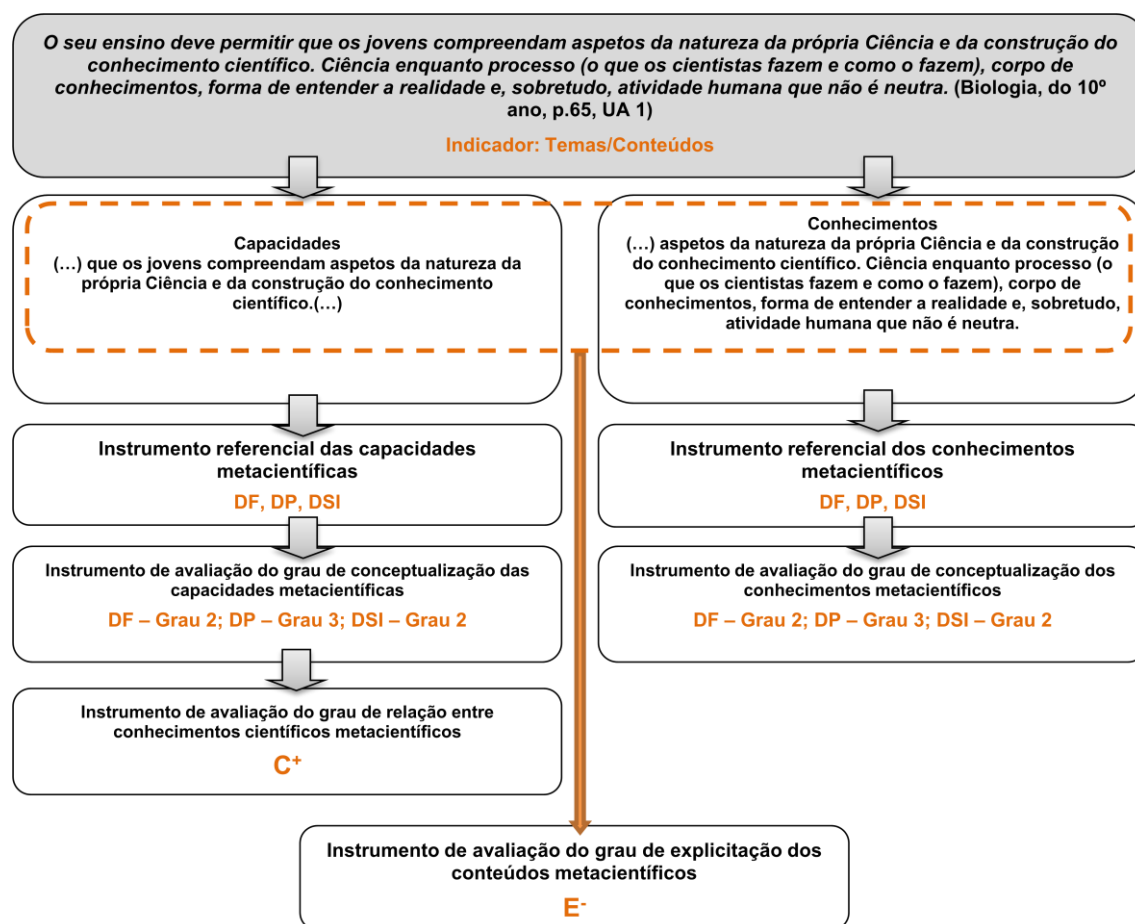


Figura 3.7. Exemplo dos procedimentos metodológicos aplicados a uma unidade de análise.

Numa primeira etapa, utilizou-se o instrumento referencial dos conhecimentos e/ou o das capacidades para averiguar a dimensão da construção da ciência (Ziman, 1984, 2000) a que diziam respeito os conhecimentos e/ou as capacidades metacientíficos presentes na unidade de análise, tendo-se assim determinado a natureza desses conteúdos metacientíficos. Em determinados casos, foram identificados conhecimentos e/ou capacidades relacionados com mais do que uma dimensão da construção da ciência na mesma unidade de análise. Em seguida, consoante se tratava de conhecimentos ou de capacidades metacientíficos, utilizou-se o instrumento de avaliação do grau de conceptualização dos conhecimentos metacientíficos ou o instrumento de avaliação do grau de conceptualização das capacidades metacientíficas, para averiguar o seu grau de complexidade. Nos casos em que foram identificadas mais do que uma dimensão da construção da ciência, repetiu-se este procedimento para cada uma. Determinou-se, assim, o grau de conceptualização dos conhecimentos e/ou das capacidades relativos a cada dimensão da ciência, presentes em cada unidade de análise.

Numa terceira etapa, em cada unidade de análise que contemplava conhecimentos metacientíficos, a fim de analisar a manutenção de fronteiras entre estes e os conhecimentos científicos, foi aplicado o instrumento de avaliação do grau de relação entre conhecimentos científicos e metacientíficos. Este foi traduzido através do conceito de classificação de Bernstein, (1990), tal como referido na descrição desse instrumento de avaliação (Ponto 4.6.4). A todas as unidades de análise que apenas contemplavam conhecimentos científicos, foi atribuída a classificação extrema mais forte da escala considerada ( $C^{++}$ ).

De seguida, em cada unidade de análise que contemplava conhecimentos e/ou capacidades metacientíficos foi aplicado o instrumento de avaliação do grau de explicitação de *o que* da construção da ciência. Da mesma forma, em cada unidade de análise que contemplava relações entre conhecimentos científicos e metacientíficos foi aplicado o instrumento de avaliação do grau de explicitação de *o como* da construção da ciência. Este procedimento permitiu assim determinar, em cada uma dessas unidades de análise, o grau de explicitação dos conteúdos relacionados com a construção da ciência (*o que*) e das relações entre conhecimentos científicos e metacientíficos (*o como*). Este foi traduzido através do conceito de enquadramento de Bernstein (1990), tal como referido na descrição desses instrumentos de avaliação (Ponto 4.6.5).

Todos os resultados das avaliações referidas foram registados, tendo-se determinado a frequência relativa das unidades de análise correspondentes às diversas classificações e construído os respetivos gráficos. Os resultados destas análises são apresentados nos Apêndices 2 e 3. Os resultados da análise foram organizados de acordo com as orientações gerais e as orientações específicas de cada componente (Biologia e Geologia), no caso do programa, e de acordo com o corpo principal e os materiais dos professores de cada componente (Biologia e Geologia), no caso dos manuais. Esta organização dos resultados permitiu a comparação das várias partes constituintes desses textos pedagógicos, de forma a analisar o sentido e a extensão dos processos de recontextualização que ocorrem no interior desses textos, relativamente às dimensões da análise consideradas. Com este procedimento, quer ao nível do programa, quer ao nível dos manuais, pretendeu-se também comparar as componentes de Biologia e Geologia relativamente aos aspetos da construção da ciência considerados e aos processos de recontextualização referidos. Finalmente, analisaram-se ainda os processos de recontextualização que ocorrem quando se passa do programa para os manuais, relativamente aos aspetos da construção da ciência que constituem o foco deste estudo.

## **5. ANÁLISE DAS CONCEÇÕES DOS PROFESSORES ACERCA DA CONSTRUÇÃO DA CIÊNCIA**

Com a segunda fase do estudo pretendeu-se dar resposta à seguinte questão de investigação:

Quais os princípios ideológicos e pedagógicos dos professores sobre a construção da ciência e em que medida esses princípios interferem na interpretação/aplicação que fazem do programa de Biologia e Geologia do 10º ano?

Para o efeito, construiu-se um questionário (Apêndice 4), destinado a todos os professores que, em 2013/2014, estavam a lecionar Biologia e Geologia ao 10.º ano, com base nos dois manuais mais selecionados nesse ano letivo, de forma a recolher dados acerca das suas conceções acerca da construção da ciência.

Nesta secção apresentam-se e discutem-se os procedimentos metodológicos empreendidos na conceção e na aplicação do questionário, bem como na análise dos dados recolhidos através deste.

### **5.1. Conceção do questionário**

Na construção deste instrumento teve-se em consideração a questão de investigação que lhe era subjacente, a população a ser investigada (os sujeitos do estudo), o conteúdo e a formulação das perguntas, a necessidade de usar uma comunicação simples, evitando perguntas que sugiram as respostas, perguntas de duplo negativo, de conteúdo emocional, muito longas e ambíguas.

Com a aplicação deste questionário pretendeu-se recolher dados que permitissem caracterizar as conceções dos professores, ou seja, os seus princípios ideológicos e princípios pedagógicos sobre a inclusão da construção da ciência no ensino das ciências, tomando como foco de análise, a natureza dos conteúdos metacientíficos e as relações entre estes e os conteúdos científicos, bem como as interpretações que os professores fazem do programa de Biologia e Geologia do 10º ano no que se refere a esses aspetos da construção da ciência.

O questionário foi dividido em dois grupos principais de questões, o Grupo I (*A construção da ciência nas práticas pedagógicas*), destinado à obtenção de dados sobre os princípios pedagógicos dos professores acerca da construção da ciência, e o Grupo II (*Programa de Biologia e Geologia dos 10.º de 11.º anos*), direcionado para a recolha de dados acerca da forma como os professores interpretam o programa com referência à construção da ciência, bem como acerca dos seus princípios ideológicos relativamente à inclusão da construção da ciência no ensino das ciências.

Com o primeiro grupo de perguntas, pretendeu-se, em concordância com a teoria de Bernstein (1990), recolher dados acerca da posse das regras de reconhecimento, de realização passiva e de realização ativa dos professores relativamente ao *o que* e ao *o como* da construção da ciência. Atendendo a que neste estudo os conhecimentos e as capacidades metacientíficos foram considerados em separado, este grupo de questões foi dividido em dois subgrupos, referentes à recolha de dados acerca dos parâmetros em estudo ao nível dos conhecimentos (1.) e ao nível das capacidades (2.). Com a primeira questão (1.1) pretendeu-se averiguar em que medida os professores conseguiam identificar conhecimentos relacionados com a construção da ciência passíveis de ser abordados nas suas práticas pedagógicas (Regras de reconhecimento relativamente aos conhecimentos metacientíficos). Para o efeito, apresentou-se uma lista com três itens relativos a conhecimentos científicos e cinco itens relativos a conhecimentos metacientíficos relacionados com o tema “Célula, unidade básica da vida”, um dos capítulos que integra normalmente os programas curriculares da área da Biologia. Sem que a natureza desses conhecimentos fosse mencionada, pediu-se aos docentes que indicassem aqueles que consideravam que deviam ser abordados no âmbito desse tema, nas suas práticas pedagógicas. Concebeu-se uma escala de diferentes graus de posse de regras de reconhecimento em função do número de itens assinalados. Atendendo a que os cinco conhecimentos metacientíficos apresentados eram passíveis de ser abordados no âmbito do tema indicado, considerou-se que assinalar todos eles correspondia ao grau máximo de posse de regras de reconhecimento relativamente aos conhecimentos metacientíficos. A partir daí, construiu-se a respetiva escala, a partir da qual se estabeleceram os critérios de análise das respostas à questão 1.1 do Grupo I, apresentados na Tabela 3.17.

Tabela 3.17

*CrITÉRIOS de análise das respostas à questão 1.1 do Grupo I*

| <b>Conhecimentos metacientíficos assinalados</b> | <b>Graus</b> | <b>Regras de reconhecimento relativamente aos conhecimentos metacientíficos (globalmente)</b> |
|--|--------------|---|
| Nenhum   | 1            | Não possui  |
| Um ou dois                                       | 2            | Possui em grau baixo  |
| Três ou quatro                                   | 3            | Possui em grau médio  |
| Cinco  | 4            | Possui em grau elevado  |

Com a questão 1.2. pretendeu-se averiguar em que medida os professores eram capazes de relacionar diferentes conhecimentos metacientíficos com a respetiva dimensão da construção da ciência de acordo com Ziman (1984), de forma a avaliar a posse de regras de reconhecimento para cada uma das dimensões da construção da ciência. Para o efeito, foi concebida uma questão de correspondência em que foi pedido aos docentes que, dos conhecimentos apresentados, indicassem quais se relacionavam com as dimensões filosófica, histórica, psicológica, sociológica interna e sociológica externa da ciência. Foi considerado que a associação correta a cada dimensão da construção da ciência equivalia à posse de regras de reconhecimento para essa dimensão, ao nível dos conhecimentos. Na Tabela 3.18 apresentam-se os critérios de análise das respostas a essa questão.

Tabela 3.18

*CrITÉRIOS de análise das respostas à questão 1.2 do Grupo I*

| <b>Itens assinalados</b> | <b>Regras de reconhecimento para cada dimensão da construção da ciência</b> |
|--------------------------|---|
| 1.2.1. D                 | Possui para a DF  |
| 1.2.2. C                 | Possui para a DH  |
| 1.2.3. E                 | Possui para a DP  |
| 1.2.4. G                 | Possui para a DSI   |
| 1.2.5. B                 | Possui para a DSE   |

*Nota:* DF - dimensão filosófica; DH - dimensão histórica; DP - dimensão psicológica; DSI - dimensão sociológica interna; DSE - dimensão sociológica externa da ciência.

A questão 1.3 foi concebida de forma a permitir a recolha de dados acerca da posse, por parte dos professores, dos significados necessários à produção textual no domínio da construção da ciência com referência aos conhecimentos, ou seja, acerca da posse das regras de realização passiva nesse âmbito. Nesta questão foram apresentadas aos professores três razões justificativas da importância da implementação dos conhecimentos metacientíficos ao nível das práticas pedagógicas, tendo-lhes sido

pedido que selecionassem a que entendiam corresponder à razão principal. Era-lhes ainda dada a possibilidade de optarem por uma quarta opção a ser indicada por eles. De acordo com essas opções, os conhecimentos metacientíficos deviam ser incluídos no ensino das ciências porque contribuía para a motivação dos alunos, ou porque contribuía para uma aprendizagem mais significativa dos conhecimentos científicos, ou porque proporcionavam a informação científica necessária ao exercício da cidadania. De acordo com o quadro teórico da presente investigação, partiu-se do princípio de que identificar a segunda opção equivalia a conseguir identificar os significados necessários à implementação dos conhecimentos metacientíficos nas práticas pedagógicas, ou seja, a possuir as regras de realização passiva nesse âmbito. As duas restantes opções equivaliam a ausência de posse de regras de realização passiva e a quarta opção corresponderia à posse dessas regras caso na resposta estivesse presente a ideia de que os conhecimentos metacientíficos permitem melhorar a aprendizagem dos conhecimentos científicos. A Tabela 3.19 diz respeito aos critérios de análise das respostas a essa questão.

Tabela 3.19  
*Critérios de análise das respostas à questão 1.3 do Grupo I*

| <b>Itens assinalados</b> | <b>Regras de realização passiva relativamente aos conhecimentos metacientíficos</b>   |
|--------------------------|---|
| 1.º, 3.º                 | Não possui  |
| 2.º                      | Possui  |
| 4.º                      | Possui caso na resposta estiver presente a ideia de que os conhecimentos metacientíficos permitem melhorar a aprendizagem dos conhecimentos científicos |

Na questão 1.4 foi pedido aos professores que indicassem quando consideravam que deviam ser abordados os conhecimentos metacientíficos: em aulas à parte, como conclusão ou como iniciação da matéria, ou em simultâneo com os conhecimentos científicos de forma a relacionar esses dois tipos de conhecimentos, dando-lhes igual importância ou colocando o enfoque nos conhecimentos científicos. Sendo a abordagem dos dois tipos de conhecimentos em simultâneo a situação mais favorável ao estabelecimento de relações entre eles, considerou-se que a seleção de qualquer uma dessas duas opções demonstrava posse das regras de reconhecimento relativamente às relações entre conhecimentos científicos e metacientíficos. No entanto, atendendo a que, em conformidade com o quadro teórico deste estudo, a situação mais favorável ao

ensino das ciências contempla esse tipo de relações intradisciplinares, mas sendo conferido maior estatuto aos conhecimentos científicos, considerou-se que essa opção correspondia à posse dessas regras em grau elevado. Os casos em que foi selecionada a opção que contempla a intradisciplinaridade entre conhecimentos científicos e metacientíficos com igual estatuto desses dois tipos de conhecimentos, foram considerados como correspondendo à posse dessas regras em grau médio.

A posse das regras de realização passiva relativamente às relações entre conhecimentos científicos e metacientíficos foi averiguada através das respostas à questão 1.5. O objetivo consistiu em averiguar em que medida os professores eram capazes de, perante várias opções, selecionar a principal razão justificativa para a forma como os conhecimentos metacientíficos devem ser incluídos no ensino das ciências. Nessa questão foram apresentadas aos professores quatro razões justificativas relativamente à forma como os conhecimentos metacientíficos devem ser incluídos no ensino das ciências, tendo-lhes sido pedido que escolhessem a que consideravam mais adequada (Tabela 3.20).

Tabela 3.20

*Opções de resposta à questão 1.5 do Grupo I*

| <b><i>Questão 1.5 – Opções de resposta</i></b>  |
|---|
| <i>Devem ser abordados em aulas à parte porque têm uma natureza concetual diferente, o que requer uma forma de abordagem pedagógica diferente.</i>  |
| <i>Devem ser abordados em aulas à parte porque englobam aspetos interessantes acerca do mundo da ciência que podem ser utilizados para motivar os alunos para as aprendizagens a realizar, ou para consolidar as já realizadas.</i> |
| <i>Devem ser abordados em simultâneo com os conhecimentos científicos porque englobam aspetos interessantes acerca do mundo da ciência que permitem a contextualização das aprendizagens científicas.</i>                           |
| <i>Devem ser abordados em simultâneo com os conhecimentos científicos porque permitem a ligação entre os processos e os produtos da ciência, o que confere mais significado à aprendizagem científica.</i>                          |

Com base na perspetiva de que a ligação entre os processos e os produtos da ciência confere mais significado à aprendizagem científica, considerou-se que os professores que identificassem essa como principal razão justificativa (quarta opção) para uma abordagem simultânea dos conhecimentos metacientíficos e científicos, possuíam as regras de realização passiva relativamente às relações entre esses dois tipos de conhecimentos. Estes estariam, assim, a conseguir identificar os significados necessários à sua implementação em sala de aula. A terceira opção (Tabela 3.20), de



acordo com a qual os conhecimentos metacientíficos devem ser abordados em simultâneo com os conhecimentos científicos porque englobam aspetos interessantes acerca do mundo da ciência que permitem a contextualização das aprendizagens científicas, foi considerada como correspondendo à posse das regras de realização passiva em grau médio. Com efeito, esta opção pressupõe a ligação entre os produtos da ciência a ser adquiridos pelos alunos e o mundo da ciência, de forma a contextualizar as aprendizagens científicas, mas não refere que essa ligação confere mais significado às aprendizagens científicas.

Tal como se procedeu relativamente aos conhecimentos, também no que diz respeito às capacidades, se conceberam três questões (2.1, 2.2 e 2.3) para averiguar a posse, por parte dos professores, de regras de reconhecimento e de realização passiva. Com a questão (2.1) pretendeu-se averiguar em que medida os professores conseguiam identificar capacidades relacionadas com a construção da ciência passíveis de ser promovidas na exploração do tema “Célula, unidade básica da vida”, ao nível das práticas pedagógicas (Regras de reconhecimento relativamente às capacidades metacientíficas). Tal como no caso dos conhecimentos metacientíficos, também se apresentou uma lista com três itens relativos a capacidades científicas e cinco itens relativos a capacidades metacientíficas relacionadas com o tema referido, tendo-se pedido aos professores que indicassem aquelas que consideravam que deviam ser promovidas no âmbito desse tema, nas suas práticas pedagógicas. Concebeu-se uma escala de diferentes graus de posse de regras de reconhecimento em função do número de itens assinalados. Atendendo a que as cinco capacidades metacientíficas apresentadas eram passíveis de ser promovidas no âmbito desse tema, considerou-se que assinalar todas elas correspondia ao grau máximo de posse de regras de reconhecimento relativamente às capacidades metacientíficas. A partir daí, construiu-se uma escala de posse dessas regras, que se apresenta na Tabela 3.21.

Tabela 3.21  
*Critérios de análise das respostas à questão 2.1 do Grupo I*

| <b>Conhecimentos metacientíficos assinalados</b> | <b>Graus</b> | <b>Regras de reconhecimento relativamente aos conhecimentos metacientíficos (globalmente)</b> |
|--|--------------|---|
| Nenhum   | 1            | Não possui  |
| Um ou dois                                       | 2            | Possui em grau baixo  |
| Três ou quatro                                   | 3            | Possui em grau médio  |
| Cinco  | 4            | Possui em grau elevado  |

Com a questão 2.2 visou-se a obtenção de dados acerca da posse das regras de reconhecimento para cada dimensão da construção da ciência Ziman (1984, 2000), ao nível das capacidades. Tratou-se de uma questão de correspondência em que foi pedido aos docentes que, das capacidades apresentadas, indicassem quais se relacionavam com cada uma dessas dimensões. Foi considerado que a associação correta a cada dimensão da construção da ciência equivalia à posse de regras de reconhecimento para essa dimensão, ao nível das capacidades. Na Tabela 3.22 apresentam-se os critérios de análise das respostas a essa questão.

Tabela 3.22  
*Crítérios de análise das respostas à questão 2.2 do Grupo I*

| Itens assinalados |   | Regras de reconhecimento para cada dimensão da construção da ciência |
|-------------------|---|--|
| 1.2.1.            | D | Possui para a DF   |
| 1.2.2.            | C | Possui para a DH   |
| 1.2.3.            | E | Possui para a DP   |
| 1.2.4.            | G | Possui para a DSI  |
| 1.2.5.            | B | Possui para a DSE  |

*Nota:* DF - dimensão filosófica; DH - dimensão histórica; DP - dimensão psicológica; DSI - dimensão sociológica interna; DSE - dimensão sociológica externa da ciência.

Para a recolha de dados acerca da posse das regras de realização passiva relativas às capacidades metacientíficas, concebeu-se a questão 2.3. À semelhança do procedimento utilizado com os conhecimentos metacientíficos, nesta questão foram apresentadas aos professores três razões para que este tipo de capacidades seja incluído no ensino das ciências, tendo-lhes sido pedido que seleccionassem a que entendiam corresponder à razão principal. Era-lhes ainda dada uma quarta opção a ser indicada por eles. De acordo com essas opções, as capacidades metacientíficas deviam ser incluídas no ensino das ciências porque contribuía, ou para a motivação dos alunos, ou para uma aprendizagem mais significativa dos conhecimentos científicos, ou para o desenvolvimento de atitudes necessárias a uma cidadania atual. Atendendo a que, de acordo com o quadro teórico deste estudo, a segunda opção corresponde ao motivo legítimo que justifica a inclusão deste tipo de capacidades no ensino das ciências, considerou-se que os professores que assinalassem esta opção demonstravam possuir as regras de realização passiva nesse âmbito. Esses docentes teriam assim sido capazes de identificar os significados necessários à implementação das capacidades metacientíficas nas práticas pedagógicas. As duas restantes opções equivaliam a ausência de posse de

regras de realização passiva e a quarta opção corresponderia à posse dessas regras caso na resposta estivesse presente a ideia de que o desenvolvimento de capacidades metacientíficas permite melhorar a aprendizagem científica.

Para a recolha de dados acerca da posse das regras de realização ativa relativamente aos conteúdos (conhecimentos e capacidades) metacientíficos e às relações intradisciplinares entre conhecimentos científicos e conhecimentos metacientíficos por parte dos professores foi concebida a questão 3., em que se pediu aos professores para referirem, em traços gerais, exemplos de atividades sobre a construção da ciência no âmbito da Teoria Celular, a desenvolver em contexto de sala de aula. Estabeleceu-se que os professores demonstravam possuir regras de realização ativa para os conhecimentos e as capacidades metacientíficos, bem como para as relações entre conhecimentos científicos e metacientíficos se estes estiverem contemplados na(s) atividade(s) apresentadas.

O Grupo II do questionário, destinado à recolha de dados acerca das interpretações que os professores fazem do programa Biologia e Geologia do 10.º ano relativamente aos conteúdos metacientíficos (conhecimentos e capacidades) e às relações intradisciplinares entre conhecimentos científicos e conhecimentos metacientíficos, integrou 3 questões. A interpretação que os professores fazem do programa no que se refere à construção da ciência foi avaliada em função da posse de regras de reconhecimento e de realização passiva relativamente aos conteúdos metacientíficos e às relações entre conhecimentos científicos e metacientíficos no contexto do programa. Para o efeito, neste grupo de questões os professores foram confrontados com dois excertos do programa, retirados das secções das orientações específicas das componentes de Geologia e de Biologia. Estes excertos do programa, considerados uma amostra representativa das suas duas componentes (Biologia e Geologia), dizem respeito a duas tabelas em que são elencados conhecimentos e capacidades a desenvolver no âmbito de dois subtemas do programa. A partir daí conceberam-se duas questões, 1 e 2. A questão 1 visava obter dados acerca das regras de reconhecimento e de realização passiva relativamente aos conteúdos metacientíficos. Nessa questão foi pedido aos professores que, tendo como referência os conhecimentos e as capacidades relacionados com a construção da ciência, referissem qual das duas componentes permitia uma aprendizagem científica mais significativa, tendo-lhes sido dadas as alternativas de resposta apresentadas na Tabela 3.23.

Tabela 3.23

*Opções de resposta à questão 1 do Grupo II***Questão 1 – Opções de resposta**

*A componente de Biologia porque contempla conhecimentos científicos apelativos, o que permite a motivação dos alunos para a aprendizagem científica.*

*A componente de Biologia porque, além de conhecimentos científicos contempla capacidades metacientíficas, o que permite a realização de aprendizagens com maior nível de complexidade concetual.*

*A componente de Geologia porque, além de conhecimentos científicos, contempla conhecimentos metacientíficos e capacidades metacientíficas, o que permite a motivação dos alunos para a aprendizagem científica.*

*A componente de Geologia porque, além de conhecimentos científicos, contempla conhecimentos metacientíficos e capacidades metacientíficas, o que permite a realização de aprendizagens com maior nível de complexidade concetual.*

Para identificar a componente que permitia uma aprendizagem científica mais significativa era necessário reconhecer que, no que se refere à construção da ciência, são apresentados conhecimentos e capacidades no excerto da componente de Geologia, e apenas capacidades no excerto da componente de Biologia, sendo as capacidades metacientíficas ao nível da Geologia mais conceptualizadas do que as da Biologia. Os professores que conseguissem reconhecer estes aspetos estariam a ser capazes de identificar os significados específicos do contexto da construção da ciência no âmbito do programa. Estes estariam assim a revelar estar na posse das regras de reconhecimento relativamente aos conhecimentos e capacidades metacientíficos no contexto do programa e iriam seleccionar a terceira ou a quarta opções. Se, para além disso, também fossem capazes de identificar a razão legítima para a componente de Geologia permitir uma aprendizagem científica mais significativa, ou seja, o facto de a presença de conhecimentos e capacidades metacientíficos permitir uma maior conceptualização das aprendizagens (quarta opção), estavam na posse das regras de realização passiva. Para as respostas a esta questão foram estabelecidos os critérios de análise apresentados na Tabela 3.24.

Tabela 3.24

*CrITÉRIOS de análise das respostas à questão 1 do Grupo II*

| <b>Itens assinalados</b> | <b>Regras de reconhecimento relativamente aos conteúdos metacientíficos (conhecimentos e capacidades)</b> | <b>Regras de realização passiva relativamente aos conteúdos metacientíficos (conhecimentos e capacidades)</b> |
|--------------------------|---|---|
| 1.º                      | Não possui  | Não possui  |
| 2.º                      | Não possui  | Não possui  |
| 3.º                      | Possui  | Não possui  |
| 4.º                      | Possui  | Possui  |

Com a questão 2 pretendeu-se recolher dados acerca da posse de regras de reconhecimento e de realização passiva relativamente às relações intradisciplinares entre conhecimentos científicos e metacientíficos no contexto do programa. Nessa questão foi pedido aos professores que, tendo como referência as relações intradisciplinares entre conhecimentos científicos e conhecimentos metacientíficos, referissem qual das duas componentes permitia uma aprendizagem científica mais significativa, tendo-lhes sido dadas as alternativas de resposta apresentadas na Tabela 3.25.

Tabela 3.25

*Opções de resposta à questão 2 do Grupo II*

| <b><i>Questão 2 – Opções de resposta</i></b>  |
|---|
| <i>A componente de Biologia porque não associa, no mesmo tema/unidade, conhecimentos científicos e metacientíficos, já que estes, ao terem uma natureza concetual diferente, dificultam a aprendizagem dos conhecimentos científicos.</i>     |
| <i>A componente de Biologia porque não associa, no mesmo tema/unidade, conhecimentos científicos e metacientíficos, pressupondo-se que os conhecimentos metacientíficos devem ser abordados no início e à parte, como forma de motivação.</i> |
| <i>A componente de Geologia porque associa, no mesmo tema/unidade, conhecimentos científicos e metacientíficos, o que permite estabelecer a ligação entre os produtos e os processos da ciência.</i>  |
| <i>A componente de Geologia porque associa, no mesmo tema/unidade, conhecimentos científicos e metacientíficos, o que permite contextualizar as aprendizagens científicas.</i>  |

Para identificar a componente que, em termos de relações entre conhecimentos científicos e conhecimentos metacientíficos permitia uma aprendizagem científica mais significativa era necessário reconhecer que a associação no mesmo tema/unidade de conhecimentos científicos e metacientíficos é a situação mais favorável para o efeito. Os professores que conseguissem reconhecer este aspeto estariam a revelar estar na posse das regras de reconhecimento relativamente às relações entre conhecimentos científicos e conhecimentos metacientíficos no contexto do programa e iriam selecionar a terceira ou a quarta opções. Se, para além disso, também fossem capazes de identificar a razão legítima para a componente de Geologia permitir uma aprendizagem científica mais significativa, ou seja, o facto de a associação entre conhecimentos científicos e conhecimentos metacientíficos permitir a ligação entre os produtos e os processos da ciência (terceira opção), estavam na posse das regras de realização passiva. Seriam assim capazes de identificar os significados necessários à implementação das relações entre conhecimentos científicos e metacientíficos no contexto do programa. Na Tabela 3.26 apresentam-se os critérios de análise para as respostas a esta questão.

Tabela 3.26

*Crítérios de análise das respostas à questão 2 do Grupo II*

| <b>Itens assinalados</b> | <b>Regras de reconhecimento relativamente às relações entre conhecimentos científicos e metacientíficos</b> | <b>Regras de realização passiva relativamente às relações entre conhecimentos científicos e metacientíficos</b> |
|--------------------------|---|---|
| 1.º                      | Não possui  | Não possui  |
| 2.º                      | Não possui  | Não possui  |
| 3.º                      | Possui  | Possui  |
| 4.º                      | Possui  | Não possui  |

Com a última questão do questionário pretendeu-se obter dados acerca dos princípios ideológicos dos professores sobre a inclusão da construção da ciência no ensino das ciências. Para o efeito, foram apresentadas três posições (A, B e C) acerca da inclusão da construção da ciência nos programas curriculares da área das ciências, tendo-se pedido aos docentes que identificassem aquela com que mais se identificavam. De acordo com uma dessas perspetivas (A), o ensino das ciências deve centrar-se apenas nos conhecimentos científicos, podendo eventualmente contemplar conhecimentos metacientíficos como fator de motivação dos alunos, o que corresponde a uma postura que não atribui importância à inclusão da construção da ciência no ensino das ciências. As restantes posições (B e C), ao estabelecerem que o ensino das ciências deve contemplar conhecimentos científicos e conhecimentos metacientíficos, traduzem perspetivas em que se atribui importância à construção da ciência no ensino das ciências. No entanto, essa importância assume graus diferentes nas posições B e C. De acordo com a posição B, apesar de o ensino das ciências dever contemplar conhecimentos metacientíficos, deve-lhes atribuir menos importância do que aos conhecimentos científicos. Esta é aliás a situação mais favorável ao ensino das ciências, de acordo com o quadro teórico desta tese, pelo que foi considerada como correspondendo ao grau máximo (3), em termos de importância atribuída pelos professores à inclusão da construção da ciência no ensino das ciências. De acordo com a posição C (Grau 2), o destaque dos conhecimentos metacientíficos deve ser ainda maior, sendo-lhes atribuída a mesma importância que aos conhecimentos científicos.

## 5.2. Aplicação do questionário

Numa primeira fase, este instrumento foi submetido a uma pilotagem, no âmbito da qual foi aplicado a três professoras com experiência de lecionação da disciplina de Biologia e Geologia do 10.º ano. Este pré-teste permitiu aperfeiçoar determinados aspetos, nomeadamente os que se relacionavam com a extensão do questionário, a clarificação da linguagem e a adequação das questões aos objetivos a que se propunham, tendo-se assim, chegado à versão final deste instrumento.

Foram então empreendidos os procedimentos a cumprir nos pedidos de autorização para aplicação de inquéritos/realização de estudos de investigação em meio escolar, ao abrigo do Despacho N.º15847/2007, de 23 de julho. Após obtenção de autorização para aplicação do questionário em meio escolar, procedeu-se ao seu envio para todas as escolas que adotaram nesse ano letivo de 2013/2014 os manuais analisados. Para o efeito, o questionário foi colocado online, tendo sido enviado a cada uma das escolas referidas (ver mensagem de envio no Apêndice 7), com o respetivo *link* e todas as indicações e explicitações inerentes à sua aplicação. O questionário foi dirigido ao Diretor da escola e ao Delegado do grupo de recrutamento 520 (Biologia e Geologia), solicitando a participação no estudo dos professores que estavam a lecionar Biologia e Geologia ao 10.º ano. Entre março e maio de 2014, dentro do prazo autorizado pelo Ministério da Educação para aplicação do questionário, efetuaram-se vários envios deste a cada uma das escolas visadas no estudo, a fim de obter o maior número de respostas possível. O acesso à base de dados do Ministério da Educação relativa à adoção de manuais escolares que permitiu verificar quais os manuais mais utilizados no ano letivo 2013/2014 também possibilitou a identificação de todas as escolas que os escolheram e os respetivos contactos.

A partir de informação cedida pelo Ministério da Educação (ver mensagem no Apêndice 8) foi possível saber quais os dois manuais mais utilizados no ano letivo 2013/2014 e identificar todas as escolas que os escolheram, mas não o número total de professores que estavam a lecionar com base nesses manuais, ou seja, o universo do estudo. Para o efeito, era necessário conhecer o número de docentes, em cada uma dessas escolas, que lecionava Biologia e Geologia ao 10º ano nesse ano letivo, informação que não consta do conjunto de dados estatísticos fornecidos pelo Ministério da Educação. Assim, integrou-se uma questão no questionário, em que se pedia ao

professor respondente que indicasse o número de docentes da sua escola que estavam a lecionar Biologia e Geologia ao 10.º ano. Por conseguinte, só foi possível obter esse dado relativamente às escolas de professores que responderam ao questionário. Tentou-se então obter um valor estimado do universo do estudo, para se poder calcular a taxa de retorno do questionário. Com base na consulta dos dados estatísticos que constam da página eletrónica da Direção-Geral de Estatísticas da Educação e Ciência (DGEEC) apenas foi possível saber que em 2013/2014, havia um total de 5656 de professores de Biologia e Geologia (grupo de recrutamento 520), dos ensinos público e privado, a lecionar no Continente do país<sup>5</sup>. Os professores deste grupo de recrutamento podem lecionar as seguintes disciplinas: Ciências-Naturais (7.º, 8.º e 9.º anos), Biologia e Geologia (10.º e 11.º anos), Biologia (12.º ano) e Geologia (12º ano). Estes docentes podem ainda lecionar outras modalidades de ensino, tais como, por exemplo, o ensino profissional. Por conseguinte, não foi possível utilizar este dado para estimar o universo do estudo. Também não foram conseguidos quaisquer dados relativos ao número de turmas do 10.º ano que tinham a disciplina de Biologia e Geologia. Desta forma, para obter uma estimativa do universo do estudo, ainda que com as devidas reservas, optou-se por ter como referência a média de professores a lecionar Biologia e Geologia ao 10.º ano nas escolas dos docentes que responderam ao questionário, conforme se expõe na Tabela 3.27.

Tabela 3.27  
*Estimativa do universo do estudo*

|   |                         |
|---|-------------------------|
| N.º de escolas que adotaram o manual A  | 246                     |
| N.º de escolas que adotaram o manual B  | 259                     |
| N.º Total de escolas que adotaram os dois manuais mais selecionados em 2013/2014  | 505                     |
| N.º de escolas cujos docentes responderam ao questionário   | 155                     |
| N.º total de docentes que lecionaram Biologia e Geologia ao 10.º ano nas 155 escolas consideradas   | 392                     |
| N.º de docentes que responderam ao questionário   | 203                     |
| Média de docentes que lecionaram Biologia e Geologia ao 10.º ano nas 155 escolas consideradas   | 2,5<br>(392/155)        |
| N.º de escolas que adotaram os dois manuais mais selecionados em 2013/2014, em que faltou apurar o n.º de docentes a lecionar Biologia e Geologia ao 10.º ano | 350<br>(505–155)        |
| Estimativa do n.º total de docentes a lecionar Biologia e Geologia ao 10.º ano com base nos dois manuais mais selecionados em 2013/2014                       | 1267<br>392 + (350x2,5) |

<sup>5</sup> Os dados obtidos relativamente à adoção de manuais escolares em 2013/2014 dizem respeito a escolas dos ensinos público e privado do Continente do país, não contemplando, assim, as regiões autónomas dos Açores e da Madeira.



Com base nesta estimativa de um total de 1267 professores a constituir o universo do estudo, as 203 respostas ao questionário que foram recebidas representam uma taxa de retorno de 16%. Assinala-se, no entanto, que este valor resulta de um cálculo aproximado baseado em dados restritos, pelo que deve ser encarado com as devidas reservas.

Por outro lado, há que ter em consideração que o questionário teve o retorno de professores oriundos de 155 do total de 505 escolas consideradas no estudo, o que perfaz uma percentagem de 30,6%. Assim, muito embora esta investigação não se tenha focado nas escolas, mas sim nos docentes, bem como nos manuais e no programa de Biologia e Geologia do 10.º ano, o facto de o retorno do questionário em termos de escolas envolvidas ter sido de 30,6%, é significativo, atendendo ao papel que o contexto específico de cada escola tem no desenvolvimento profissional dos docentes. Naturalmente, os professores são diferentes uns dos outros em termos de princípios ideológicos e pedagógicos, já que foram condicionados por diferentes contextos de formação e de socialização. Não deixa no entanto de ser verdade que também são influenciados pelo contexto da escola, pela comunidade em que esta se integra e pelas características da sua população escolar. Efetivamente, na escola, as orientações didáticas definidas em sede de conselho pedagógico e dos departamentos curriculares, os diferentes tipos de projetos em que esta está envolvida, a partilha de experiências pedagógicas, de materiais didáticos e até de diferentes tipos de provas de avaliação entre pares também influenciam os princípios ideológicos e pedagógicos dos docentes. Estas relações que se estabelecem no interior da escola, bem como entre esta e a comunidade (e.g., encarregados de educação, instituições com as quais estabelecem parcerias para desenvolver projetos didáticos) ajudam a construir uma identidade global em termos de ideologias educativas. Os professores que constituem o universo do estudo estavam a lecionar em 505 escolas, cada uma com a sua identidade, pelo que, acautelando os devidos aspetos de rigor da investigação, se considera que o facto de se terem recebido respostas de docentes oriundos de 30,6% dessas escolas é relevante.



## **CAPÍTULO 4**

# **ANÁLISE DOS RESULTADOS**



# CAPÍTULO 4

## ANÁLISE DOS RESULTADOS

“Não sabemos. Só podemos conjecturar”

Popper (2004, p.306)

### 1. INTRODUÇÃO

Em conformidade com o problema e os objetivos da presente investigação, centrada na construção da ciência no atual contexto de ensino-aprendizagem das ciências, no ensino secundário, apresenta-se a análise do discurso pedagógico oficial veiculado no programa de Biologia e Geologia do 10.º ano e do discurso pedagógico de reprodução presente em dois manuais dessa disciplina. Apresenta-se também a análise das concepções de professores que lecionam essa disciplina com base nos manuais estudados. Estas análises têm, como referência, os discursos relativos à construção da ciência - conteúdos metacientíficos - e as relações entre discursos - relação entre conhecimentos científicos e conhecimentos metacientíficos. No programa e nos manuais esta análise também incidiu no grau de explicitação da sua mensagem no que diz respeito aos discursos relativos à construção da ciência e às relações entre discursos.

Este capítulo encontra-se organizado em quatro partes principais. Na primeira parte apresenta-se a análise da mensagem sociológica do programa de Biologia e Geologia do 10º ano no que diz respeito ao *o que* e ao *o como* da construção da ciência. A análise de *o que* consistiu na caracterização dos conteúdos metacientíficos (conhecimentos e capacidades) referentes à construção da ciência. Foram então analisados, por um lado, a natureza desses conteúdos, ou seja, a que dimensão da construção da ciência pertenciam, de acordo com a teorização de Ziman (1984) e, por outro lado, o seu grau de complexidade. Quanto à análise de *o como* do discurso pedagógico oficial, ou seja, relativamente à forma como os conhecimentos

metacientíficos são transmitidos, neste estudo consideram-se duas vertentes do contexto de transmissão-aquisição: a vertente que se refere à relação professor-aluno, no processo de ensino-aprendizagem e a que se refere às relações Ministério da Educação-professor e Ministério da Educação-Autor de manuais escolares.

Assim, numa vertente da análise considerou-se o grau de relação entre os conhecimentos metacientíficos e os conhecimentos científicos - relações intradisciplinares. Na outra vertente da análise procedeu-se à avaliação do grau de explicitação do discurso pedagógico oficial do programa, relativamente à presença de conteúdos metacientíficos e do grau de relação entre conhecimentos científicos e metacientíficos. Nesta parte, ainda se comparou o discurso pedagógico oficial veiculado nas orientações gerais e nas orientações específicas de cada componente do programa<sup>1</sup>. Na sequência desta comparação, analisou-se o sentido e a extensão da recontextualização do discurso pedagógico oficial relativamente aos parâmetros da construção da ciência analisados, quando se passa das orientações gerais para as orientações específicas e compararam-se as duas componentes do programa relativamente a todos estes aspetos.

Na segunda parte apresenta-se a análise do discurso pedagógico de reprodução de dois manuais escolares de Biologia e Geologia do 10º ano<sup>2</sup>, considerando o corpo principal do manual e os materiais destinados aos professores. Esta análise incidu nos mesmos aspetos da construção da ciência que foram estudados ao nível do programa de Biologia e Geologia do 10º ano. No corpo principal do manual e nos materiais destinados aos professores foram analisados a natureza e o grau de complexidade dos conteúdos metacientíficos (conhecimentos e capacidades), bem como o grau de relação entre conhecimentos científicos e metacientíficos. Para além destes parâmetros de análise, também foi considerado, nos materiais destinados aos professores, o grau de explicitação do discurso pedagógico de reprodução com referência à presença de conteúdos metacientíficos e ao grau de relação entre conhecimentos científicos e metacientíficos. Nesta parte ainda se compara o discurso pedagógico oficial veiculado

---

<sup>1</sup> O programa de Biologia e Geologia está dividido em duas componentes principais, a componente de Biologia e a componente de Geologia, e cada uma dessas componentes compreende uma 1ª secção - “Apresentação do programa” - relativa às orientações gerais e uma 2ª secção - “Desenvolvimento do programa” - que diz respeito às orientações específicas, consistindo, assim, na secção de operacionalização dos princípios gerais.

<sup>2</sup> Os dois manuais escolares foram seleccionados com base no critério de escolha dos professores/escolas, tendo sido escolhidos os dois mais seleccionados no ano letivo 2013/2014.

no programa de Biologia e Geologia do 10.º ano com o discurso pedagógico de reprodução presente nos dois manuais, analisando-se o sentido e a extensão dessa recontextualização relativamente aos aspetos da construção da ciência analisados.

Na terceira parte apresenta-se a análise comparativa do discurso pedagógico oficial veiculado no programa de Biologia e Geologia do 10.º ano e do discurso pedagógico de reprodução presente nos dois manuais dessa disciplina que constituem objeto desta investigação. Esta comparação é feita com referência à natureza e grau de complexidade dos conteúdos (conhecimentos e capacidades) metacientíficos, à relação entre conhecimentos científicos e metacientíficos e à explicitação da construção da ciência. Com esta análise comparativa pretendeu-se analisar o sentido e a extensão dos processos de recontextualização que ocorrem quando se passa do programa para os manuais, bem como no interior desses textos, relativamente aos aspetos da construção da ciência considerados.

Na parte quarta apresenta-se a análise das concepções dos professores que lecionam Biologia e Geologia ao 10.º ano com base nos manuais analisados, em termos das suas ideologias (princípios pedagógicos e ideológicos) sobre a inclusão da construção da ciência no ensino das ciências, bem como das interpretações que fazem do programa de Biologia e Geologia do 10º ano no que se refere à construção da ciência. Foram então tomados, como foco de análise, a natureza dos conteúdos metacientíficos (conhecimentos e capacidades) e as relações entre os conhecimentos científicos e os conhecimentos metacientíficos.

## **2. A CONSTRUÇÃO DA CIÊNCIA NO PROGRAMA DE BIOLOGIA E GEOLOGIA DO 10º ANO**

De acordo com os procedimentos metodológicos descritos no capítulo da Metodologia (pontos 4.3 e 4.4), o programa de Biologia e Geologia do 10.º ano, em cada uma das secções que constituem cada componente, foi dividido em unidades de análise<sup>3</sup> que foram agrupadas em seis indicadores: atividades, temas/conteúdos,

---

<sup>3</sup> Foi considerada, como unidade de análise, cada extrato de texto (frase ou conjunto de frases) que contenha uma mensagem cujo sentido semântico corresponda a orientações relativas ao ensino das ciências.

finalidades/objetivos/competências, esquemas/diagramas/imagens, orientações metodológicas e avaliação. Cada uma dessas unidades foi analisada quanto à presença ou não de conteúdos relacionados com a construção da ciência e, nos casos em que estes estavam presentes, foi averiguado se correspondiam a conhecimentos, a capacidades ou a ambos. Cada uma dessas unidades previamente associada ao respetivo indicador e caracterizada quanto à presença de conhecimentos e/ou capacidades metacientíficos foi então analisada em termos de *o que* e de *o como* do discurso pedagógico oficial veiculado no programa de Biologia e Geologia do 10º ano.

Relativamente ao *o que* apresentam-se os resultados relativos à natureza e complexidade dos conhecimentos e das capacidades relacionados com a construção da ciência. No que respeita ao *o como*, apresenta-se a análise realizada ao nível da relação professor/aluno, no contexto de ensino/aprendizagem, e ao nível da relação Ministério da Educação/professores. Ao nível da relação professor/aluno, a análise de *o como* incidiu nas relações entre discursos, neste caso entre conteúdos metacientíficos e científicos e, ao nível da relação Ministério/professor, a análise incidiu no grau de explicitação de *o que* e de *o como* o Ministério da Educação legitima como DPO.

Os resultados destas análises, apresentados no Apêndice 2, estão organizados de acordo com as orientações gerais (OrG) e as orientações específicas (OrE) de cada componente (Biologia e Geologia).

### **2.1. Distribuição relativa dos conhecimentos e das capacidades metacientíficos**

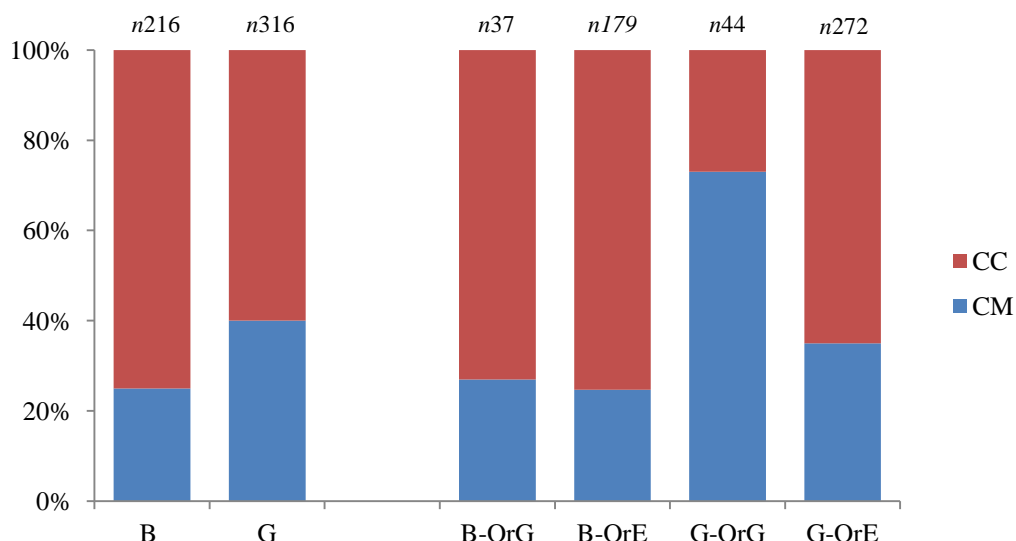
Tal como referido, na análise do programa separaram-se as unidades de análise que contemplavam conteúdos metacientíficos (conhecimentos e capacidades)<sup>4</sup> das unidades em que estes não estavam presentes e que incluíam apenas conteúdos científicos. O gráfico da Figura 4.1 evidencia a frequência relativa desses dois grupos de unidades de análise em cada componente do programa e em cada uma das partes que as constituem (orientações gerais e orientações específicas), em conformidade com os resultados apresentados no Apêndice 2. Estes resultados permitem verificar que o programa de Biologia e Geologia apresenta padrões diferentes de distribuição dos conteúdos metacientíficos que se manifestam entre as duas componentes – Biologia e

---

<sup>4</sup> Cada unidade de análise pode contemplar apenas conhecimentos, apenas capacidades, ou ambos.



Geologia – e entre as orientações gerais e específicas da componente de Geologia. A primeira diferença que se destaca da análise do gráfico da Figura 4.1 diz respeito ao número de unidades de análise em cada componente do programa, verificando-se que a componente de Geologia apresenta um número consideravelmente maior de referências a orientações relativas ao ensino das ciências do que a de Biologia.



*Figura 4.1.* Frequência relativa das unidades de análise que contemplam conteúdos metacientíficos (CM) e das que apenas contemplam conteúdos científicos (CC), em cada uma das componentes do programa de Biologia e Geologia do 10º ano e em cada uma das partes de cada componente (n- número total de unidades de análise consideradas).

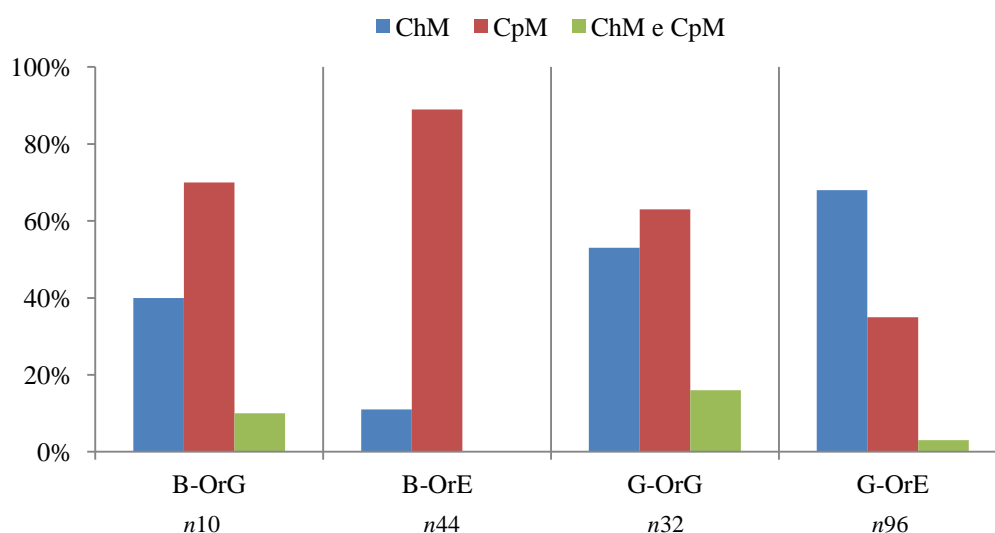
Efetivamente, na componente de Geologia foram encontradas e analisadas um total de 316 unidades, das quais 128 correspondem a mensagens relativas à construção da ciência, enquanto que na componente de Biologia foram consideradas 216, das quais 54 estão relacionadas com a metaciência. Evidencia-se assim uma expressão da metaciência consideravelmente maior na componente de Geologia, com 40% das unidades de análise a contemplarem conteúdos (conhecimentos e/ou capacidades) relativos à metaciência enquanto que, na componente de Biologia, o mesmo tipo de conteúdos constitui 25% das unidades de análise.

Considerando as orientações gerais e as orientações específicas de cada componente do programa, os resultados apresentados na Figura 4.1 permitem verificar que é sobretudo nas orientações gerais da componente de Geologia (G-OrG) que é dado mais destaque à metaciência, com 73% de unidades de análise a contemplar conhecimentos e/ou capacidades metacientíficos. Aliás, esta é a única parte, das quatro analisadas, em que o número de unidades de análise que contemplam conteúdos

(conhecimentos e/ou capacidades) metacientíficos supera o número de unidades de análise que contemplam apenas conteúdos (conhecimentos e/ou capacidades) científicos.

Estes resultados revelam que, ao nível das orientações gerais, a componente de Geologia atribui mais importância aos aspetos relacionados com a construção da ciência, do que ao nível da concretização dessas orientações. De facto, na Geologia, quando se passa das orientações gerais para as orientações específicas, a relevância dos conhecimentos e/ou capacidades metacientíficos diminui bastante, passando de 73% de unidades de análise referentes à metaciência para 35%. Na componente de Biologia, a metaciência tem uma expressão consideravelmente mais baixa, mantendo-se quase inalterada quando se passa das orientações gerais para as orientações específicas.

Tal como referido anteriormente, em cada unidade de análise que contempla conteúdos metacientíficos foi averiguado se esses correspondiam a conhecimentos, a capacidades, ou a ambos. Na Figura 4.2 apresentam-se os resultados do estudo da frequência relativa dos conhecimentos metacientíficos e das capacidades metacientíficas ao nível das orientações gerais e das orientações específicas de cada componente do programa.



*Figura 4.2.* Frequência relativa das unidades de análise que contemplam conhecimentos metacientíficos (ChM) e capacidades metacientíficas (CpM), em cada uma das componentes do programa de Biologia e Geologia do 10º ano e em cada uma das partes de cada componente (n- número total de unidades de análise consideradas).

Comparando as duas componentes do programa relativamente a este parâmetro,

verifica-se que na componente de Geologia se valorizam mais os conhecimentos a adquirir pelos alunos no domínio da construção da ciência do que as capacidades que estes devem desenvolver nesse âmbito, enquanto que na componente de Biologia acontece o oposto.

Quando são consideradas as partes em que se divide cada componente do programa (orientações gerais e orientações específicas), os resultados expressos na Figura 4.2 revelam que também entre estas se verificam disparidades relativamente a este parâmetro de análise. Nas orientações específicas da componente de Biologia, as capacidades metacientíficas, contempladas em 89% das unidades de análise referentes à metaciência, superam ainda mais os conhecimentos do que nas orientações gerais (B-OrG), onde essa expressão corresponde a 70%. Quanto à componente de Geologia, verifica-se que o facto de esta, no que se refere à construção da ciência, valorizar mais os conhecimentos do que as capacidades, se deve à expressão destas ao nível das orientações específicas (68% das unidades de análise). Já nas orientações gerais desta componente o cenário é diferente, revelando os conhecimentos metacientíficos uma expressão mais baixa (53%) do que as capacidades metacientíficas (63%).

O facto de nas orientações específicas da componente de Geologia, contrariamente ao que se verifica nas restantes partes do programa, a expressão dos conhecimentos metacientíficos superar a das capacidades metacientíficas, pode justificar-se com base na sua organização. Nesta secção do programa, para cada tema, existe uma introdução que explica as opções tomadas e as propostas de atividades a desenvolver em sala de aula são acompanhadas de descrições detalhadas dos conceitos a abordar, bem como de mapas de conceitos, o que explica o elevado número de referências a conhecimentos. Nas orientações específicas da componente de Biologia existem quadros de desenvolvimento do programa com a mesma organização que na componente de Geologia, mas as sugestões de atividades são muito menos documentadas, não havendo qualquer explicação relativa às opções tomadas.

Salienta-se ainda que uma pequena percentagem de unidades de análise, 2% na componente de Biologia e 6% na componente de Geologia, contemplam tanto conhecimentos como capacidades relativos à construção da ciência (ChM e CpM). Nos extratos de texto [1] e [2] exemplificam-se duas unidades de análise nessas circunstâncias, pertencentes às orientações gerais das componentes de Biologia e de Geologia.

- [1] *O seu ensino deve permitir que os jovens compreendam aspetos da natureza da própria Ciência e da construção do conhecimento científico. Ciência enquanto processo (o que os cientistas fazem e como o fazem), corpo de conhecimentos, forma de entender a realidade e, sobretudo, atividade humana que não é neutra.* (Biologia do 10º ano, p. 65, UA 1).
- [2] *Por outro lado, a Geologia deve ser encarada também pelo seu valor formativo e pelas contribuições que podem advir do seu estudo para o desenvolvimento de determinadas capacidades, nomeadamente de construção de modelos espaço-temporais, parte integrante da maior parte das teorias que representam, explicam e preveem mudanças no sistema Terra.* (Geologia do 10º ano, p. 6, UA 5).

O programa de Biologia e Geologia do 10º ano revela, assim, grandes disparidades entre as suas duas componentes (Biologia e Geologia) e, dentro destas, entre as orientações gerais e as orientações específicas, no que diz respeito à frequência relativa dos conhecimentos e das capacidades relativos à construção da ciência. Esta discrepância indicia que, no que se refere à construção da ciência, o programa contempla capacidades que implicam a mobilização de conhecimentos que não são referenciados e portanto não assumidos ao nível dos conteúdos a abordar. Por outro lado, aborda conhecimentos que não são operacionalizados em capacidades, ficando assim por esclarecer o que se pretende relativamente a esses conhecimentos. Por exemplo, nas orientações específicas correspondentes ao Tema III (*Compreender a estrutura e a dinâmica da geosfera*) da componente de Geologia foram encontradas 31 referências a conhecimentos metacientíficos e apenas 9 referências a capacidades. O inverso acontece nas orientações específicas relativas à Unidade 1 (*Obter matéria*) da componente de Biologia, que inclui 10 referências a capacidades e apenas 1 a conhecimentos.

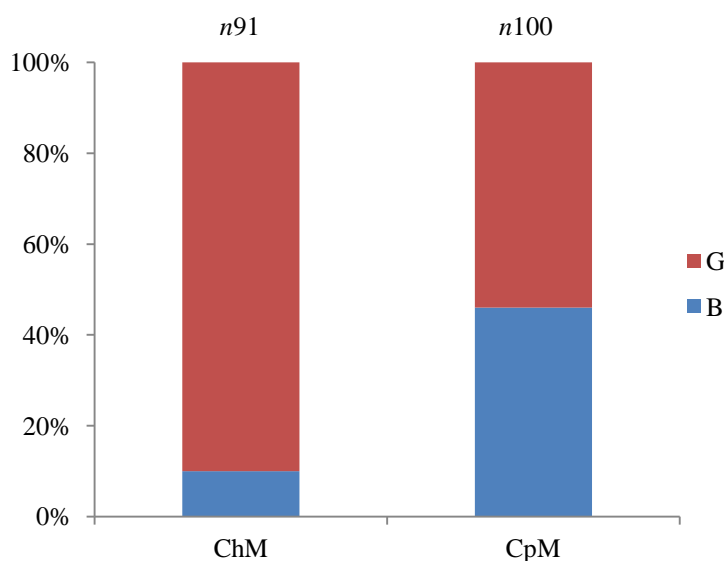
Foi também analisada a distribuição relativa de todas as referências a conhecimentos metacientíficos e a capacidades metacientíficas, em cada componente do programa, independentemente das unidades de análise em que estes se incluem<sup>5</sup>. Os resultados desta análise são apresentados na Figura 4.3.

No que se refere às capacidades relativas à construção da ciência, verifica-se uma distribuição relativamente equilibrada entre as duas componentes do programa. Quanto aos conhecimentos metacientíficos, os dados da Figura 4.3 evidenciam uma situação de desequilíbrio acentuado entre a Biologia e a Geologia. Com efeito, do total de referências a conhecimentos metacientíficos contemplados no programa, 10% encontram-se na componente de Biologia e 90% estão concentrados na componente de

---

<sup>5</sup> Cada unidade de análise pode incluir, no que se refere à construção da ciência, referências apenas a conhecimentos, apenas a capacidades ou a ambos. Em cada unidade, essas referências, quer a conhecimentos, quer a capacidades, podem ser em número superior a um.

Geologia.



*Figura 4.3.* Distribuição relativa das referências a conhecimentos metacientíficos (ChM) e a capacidades metacientíficas (CpM), em cada uma das componentes do programa de Biologia e Geologia do 10º ano (n – número total de referências a conhecimentos metacientíficos/capacidades metacientíficos considerados em todo o programa).

## 2.2. Natureza dos conteúdos (conhecimentos e capacidades) metacientíficos

Como se referiu anteriormente, as unidades de análise do programa foram também analisadas relativamente à natureza dos conhecimentos e das capacidades relacionados com a construção da ciência, ou seja, relativamente ao *o que* do DPO, apresentando-se nesta secção os resultados dessa análise. Assim, em cada unidade de análise que contempla conhecimentos e/ou capacidades relacionados com a construção da ciência, identificou-se a dimensão, ou dimensões, da construção da ciência de acordo com Ziman (1984) com a qual se relacionam. Verificou-se que uma percentagem considerável das unidades de análise, tanto ao nível dos conhecimentos como das capacidades, se relaciona com mais do que uma dimensão da construção da ciência. Nestes casos, cada dimensão da construção da ciência contemplada foi contabilizada para o cálculo da frequência relativa das diferentes dimensões. Os excertos [3] e [4], que a seguir se transcrevem, dizem respeito a dois exemplos desses casos. O primeiro exemplo diz respeito a uma unidade de análise das orientações gerais da componente de Biologia que contempla conhecimentos metacientíficos relacionados com as dimensões filosófica e histórica. O extrato de texto [4] refere-se a uma unidade de análise das orientações específicas da componente de Geologia, que contempla capacidades

metacientíficas relacionadas com as dimensões filosófica e sociológica externa da ciência.

- [3] *A tradicional organização da Biologia em várias "especialidades", como, botânica, zoologia, citologia, histologia, anatomia, fisiologia, genética, sistemática, ecologia, ..., assenta numa perspectiva histórica de construção dos saberes e de organização para a compreensão especializada dos mesmos. Esta, não será a lógica mais adequada para servir de base à construção de um programa de Biologia para o Ensino Secundário.* (Biologia, p. 68, UA10).
- [4] *Através da Internet ou através de aplicações em CD-ROM é possível encontrar uma grande quantidade e diversidade de materiais que poderão suportar atividades de ensino/aprendizagem que possibilitem o desenvolvimento de conteúdos procedimentais relativos à recolha e tratamento de informação, assim como à fundamentação de eventuais debates sobre a evolução do conhecimento científico e as relações entre ciência e tecnologia.* (Geologia, p.45, UA159).

Também se verificaram alguns casos de unidades de análise que foram consideradas ambíguas quanto à dimensão da construção da ciência com a qual se relacionavam, pelo que não foram contabilizadas na frequência relativa das dimensões da construção da ciência. Os excertos [5] e [6], que a seguir se transcrevem, ilustram dois desses casos, encontrados nas orientações específicas - extrato [5] - e orientações gerais – extrato [6] - da componente de Geologia.

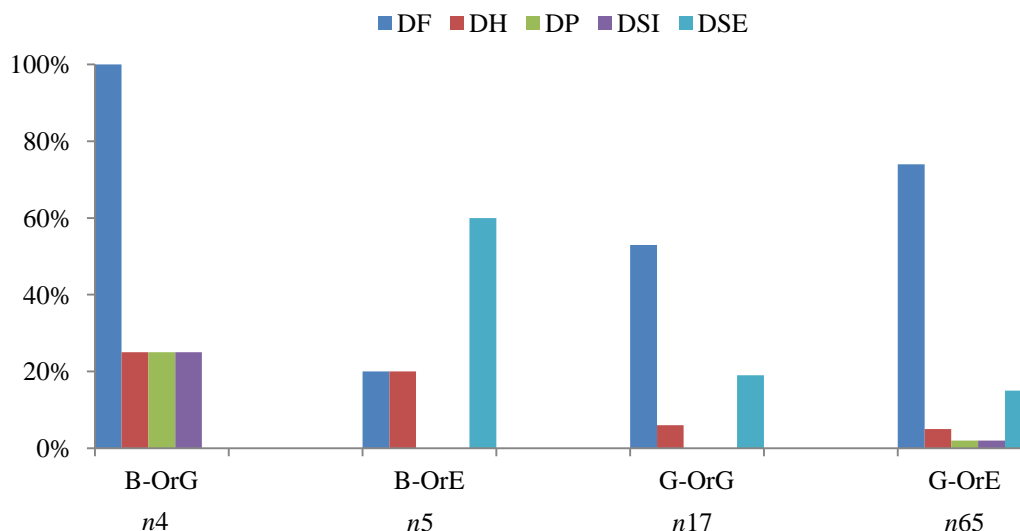
- [5] *Debates previamente preparados pelos alunos sobre alguns temas polémicos, como a astrologia e a astrogeologia ou a ética e a exploração espacial, podem também facilitar a integração de vários conceitos, assim como permitir compreender os diversos fatores que influenciam o desenvolvimento do conhecimento científico.* (Geologia, p. 43, UA 149).
- [6] *Promover uma imagem da Ciência coerente com as perspetivas atuais* (Geologia, p. 8, UA 11).

### 2.2.1. Natureza dos conhecimentos metacientíficos

Os resultados da análise da natureza dos conhecimentos metacientíficos são apresentados em termos de frequências relativas das dimensões da construção da ciência (Ziman, 1984) na componente metacientífica referente aos conhecimentos: dimensões filosófica (DF), histórica (DH), psicológica (DP), sociológica interna (DSI) e sociológica externa (DSE). Estes resultados encontram-se expressos no gráfico da Figura 4.4 e têm em conta os resultados apresentados no Apêndice 2.

A análise destes resultados permite verificar que, no que se refere à natureza dos conhecimentos metacientíficos, existe um padrão comum às duas componentes, não obstante a diferença significativa que estas revelam relativamente à expressão da metaciência. De facto, em ambas as componentes do programa destaca-se a dimensão filosófica como a que tem maior expressão, a dimensão sociológica externa como a

segunda mais representada e a dimensão histórica em terceiro lugar. As dimensões psicológica e sociológica interna são as menos contempladas, assumindo igual representatividade.



*Figura 4.4.* Frequência relativa das unidades de análise que contemplam as várias dimensões da construção da ciência (Ziman, 1984) na componente metacientífica referente aos conhecimentos, em cada componente do programa (A) e nas orientações gerais e específicas de cada componente (B) (n- número total de unidades de análise consideradas).

Há no entanto que ter em consideração que, tal como já foi referido anteriormente, a expressão da metaciência na componente de Biologia é consideravelmente mais baixa do que na de Geologia. No entanto, os dados da Figura 4.4 permitem constatar que a superioridade da Geologia relativamente à expressão da metaciência se deve, sobretudo, às referências às dimensões filosófica e sociológica externa, com cerca de onze vezes mais unidades de análise a contemplar conhecimentos relativos às metodologias da ciência e seis vezes mais unidades de análise a integrar a sociologia externa da ciência, do que na componente de Biologia.

Em ambas as componentes do programa, em termos de conhecimentos metacientíficos, os fatores psicológicos que condicionam a construção da ciência (DP), bem como a forma como as relações que se estabelecem dentro da comunidade científica influenciam esse processo (DSI), são as dimensões da construção da ciência menos valorizadas. Nos extratos de texto [7] e [8] transcrevem-se duas unidades de análise que contemplam essas duas dimensões da construção da ciência.

[7] *O seu ensino deve permitir que os jovens compreendam aspetos da natureza da própria Ciência e da construção do conhecimento científico. Ciência enquanto processo (o que os cientistas fazem e como*

*o fazem), corpo de conhecimentos, forma de entender a realidade e, sobretudo, atividade humana que não é neutra.* (Biologia, orientações gerais, p.65, UA 1, DF, DP e DSI).

- [8] *Desenvolver um conhecimento procedimental do modo como os geólogos estudam a Terra, identificando as escalas físicas (da atômica até à planetária) e as escalas temporais de observação que utilizam, realizando cálculos simples para a determinação de taxas de mudança de alguns processos geológicos, estabelecendo inferências a partir, por exemplo, de vestígios da atividade de dinossauros, chamando a atenção para a necessidade que os cientistas têm de se manterem abertos a outras evidências e argumentos. Algumas pistas para a preparação desta atividade podem ser obtidas Bush, R.M. ( 1996). Laboratory Manual in Physical Geology. Upper Saddle River, NJ: Prentice Halll. (Geologia, orientações específicas, p. 33, UA83<sup>6</sup>, DF e DP).*

Considerando esta análise ao nível das partes que constituem cada componente, constata-se que a frequência relativa das dimensões da construção da ciência manifesta um padrão diferente em cada componente, conforme se trata das orientações gerais ou das orientações específicas. Estas diferenças são mais acentuadas na componente de Biologia<sup>7</sup>, em que, por exemplo, ao nível das orientações gerais se destaca a dimensão filosófica e nas orientações específicas prevalece a dimensão sociológica externa. No entanto esta análise tem de ser feita com uma certa reserva, devido à baixa expressão da construção da ciência na componente de Biologia, em que apenas nove unidades de análise contemplam conhecimentos metacientíficos, quatro nas orientações gerais e cinco nas orientações específicas. Nas orientações gerais desta componente as quatro unidades de análise que contemplam conhecimentos metacientíficos referem-se às metodologias da ciência mas, na secção das orientações específicas, a expressão desta dimensão da construção da ciência resume-se a uma unidade de análise (20%).

Quanto à dimensão sociológica externa, verifica-se que esta é visada em 3 unidades nas orientações específicas (60%) e, nas orientações gerais nem sequer é contemplada. Quer isto dizer que, apesar de ao nível dos seus princípios orientadores o discurso pedagógico oficial do programa não contemplar a forma como a ciência, a tecnologia e a sociedade se relacionam, a verdade é que, ao nível da parte destinada à concretização desses princípios orientadores, prevalece essa dimensão dos conhecimentos metacientíficos. Já no que se refere aos conhecimentos relativos à ciência enquanto processo gradual de acumulação de conhecimentos - dimensão histórica, verifica-se que estes são contemplados apenas em duas unidades de análise, uma nas orientações gerais e outra nas orientações específicas.

---

<sup>6</sup>Cada atividade, na sua globalidade, foi considerada uma unidade de análise, caso da UA83.

<sup>7</sup>Nesta análise há que ter em consideração a baixa expressão da construção da ciência nas orientações gerais da componente de Biologia, em que apenas quatro unidades de análise contemplam conhecimentos metacientíficos.



Quanto às dimensões psicológica e sociológica interna, verifica-se que estas deixam de ser contempladas ao nível dos conhecimentos, quando se passa das orientações gerais para as orientações específicas desta componente de Biologia. No entanto, há que ter em consideração que a expressão muito baixa destas duas dimensões da construção da ciência retira significado a estes resultados.

Na Geologia, os resultados desta análise ao nível das orientações gerais e das orientações específicas da componente não diferem tanto como acontece na componente de Biologia. Em ambas as partes, a dimensão filosófica prevalece ao nível dos conhecimentos metacientíficos, se bem que de uma forma menos acentuada nas orientações gerais. A segunda dimensão com maior expressão, a dimensão sociológica externa, manifesta uma expressão próxima nas orientações gerais e específicas. O mesmo acontece com a dimensão histórica, a terceira dimensão mais contemplada, se bem que com valores ainda mais baixos. Outro aspeto a assinalar tem a ver com o facto de os conhecimentos metacientíficos relativos às características psicológicas dos cientistas e às relações dentro da comunidade científica aparecerem apenas nas orientações específicas desta componente de Geologia, com uma expressão muito baixa (2% das unidades de análise).

Por conseguinte, nesta componente de Geologia, no que se refere aos conhecimentos metacientíficos, quando se passa das orientações gerais para as orientações específicas, as dimensões filosófica e sociológica externa mantêm-se sensivelmente, a dimensão histórica baixa para metade e aparecem, ainda que de forma muito pouco acentuada, as dimensões sociológica interna e psicológica. Este é no entanto um cenário mais coerente do que o que se verifica na componente de Biologia, relativamente à distribuição das dimensões da construção da ciência ao nível dos conhecimentos metacientíficos contemplados em ambas as partes da componente. Está-se assim perante um processo de recontextualização do discurso pedagógico oficial do programa, no que se refere à natureza dos conhecimentos metacientíficos, que se dá no interior deste, quando se passa das orientações gerais para as orientações específicas e que é mais acentuado na componente de Biologia.

Nesta análise também se considerou a distribuição relativa dos conhecimentos metacientíficos referentes às diferentes dimensões da construção da ciência com referência a cada indicador, nas orientações gerais e nas orientações específicas de cada componente do programa, conforme resultados apresentados no Apêndice 2. Na

componente de Biologia, como a expressão dos conhecimentos metacientíficos é muito baixa, esses resultados tornam-se pouco relevantes. Na componente de Geologia, as metodologias da ciência (dimensão filosófica) quer nas orientações gerais, quer nas orientações específicas, correspondem à dimensão da construção da ciência que surge ao nível de mais indicadores, o que é natural dada a sua representatividade. Não obstante, desta análise, o aspeto mais importante que se destaca diz respeito ao facto de não haver qualquer referência a conhecimentos metacientíficos ao nível do indicador *Avaliação*, seja qual for a dimensão da construção da ciência a que dizem respeito. Esta ausência de conhecimentos relativos à construção da ciência ao nível da *Avaliação* pode implicar que a estes seja atribuída uma importância menor relativamente aos conhecimentos científicos, já que não são considerados como matéria relevante a ser avaliada.

### 2.2.2. Natureza das capacidades metacientíficas

A análise da natureza das capacidades metacientíficas é apresentada, à semelhança do que foi feito no caso dos conhecimentos metacientíficos, em termos das frequências relativas das dimensões da construção da ciência (Ziman, 1984) na componente metacientífica referente às capacidades. Estes dados, de acordo com os resultados apresentados no Apêndice 2, encontram-se expressos no gráfico da Figura 4.5.

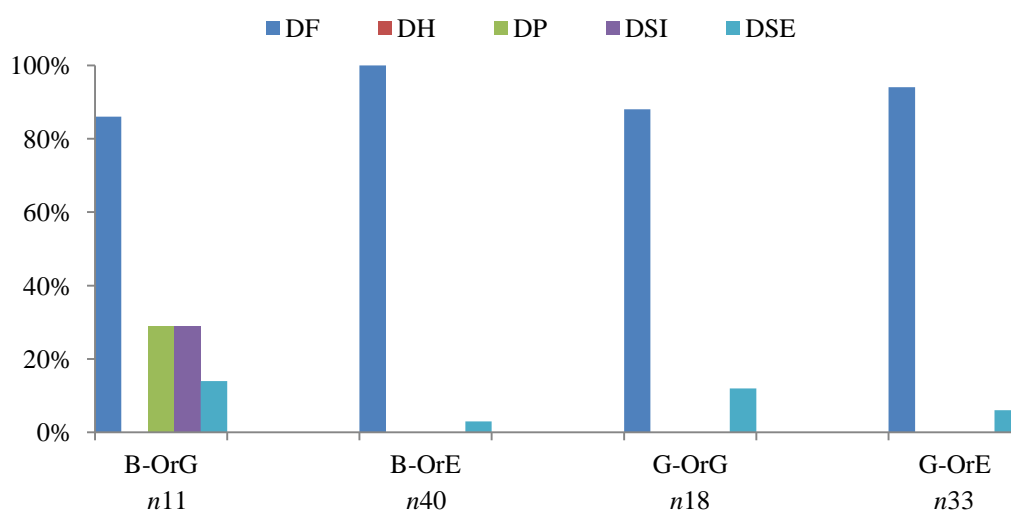


Figura 4.5. Frequência relativa das unidades de análise que contemplam as várias dimensões da construção da ciência (Ziman, 1984) na componente metacientífica referente às capacidades, em cada componente do programa (A) e nas orientações gerais e específicas de cada componente (B) (n- número total de unidades de análise consideradas).

Esta análise revela resultados diferentes dos que se obtiveram para o mesmo parâmetro ao nível dos conhecimentos. Comparando estes resultados com os obtidos para a natureza dos conhecimentos metacientíficos ao nível das duas componentes do programa, dois aspetos se destacam: a prevalência mais acentuada da dimensão filosófica e a diminuição da diversidade em metaciência relativamente às várias dimensões contempladas, sobretudo na componente de Geologia.

Sublinha-se que uma grande parte das capacidades relativas à dimensão filosófica da ciência corresponde a capacidades de natureza investigativa da vertente prático-experimental. Por exemplo, nas orientações específicas da componente de Geologia, ao nível dos conteúdos procedimentais relativos a cada tema, podem ser encontradas referências às capacidades exemplificadas no extrato de texto [9].

[9] *Problematizar e formular hipóteses (UA99), Testar e validar ideias (UA100), Planear e realizar pequenas investigações teoricamente enquadradas (UA101), Observar e interpretar dados (UA102) e Realizar observações de campo sobre possíveis danos causados por fenómenos geológicos em zonas próximas.* (Geologia, orientações específicas, p. 37, UA108).

Também neste sentido é importante referir uma das indicações que integra as *Sugestões metodológicas gerais da Apresentação do programa*<sup>8</sup> da componente de Biologia, a qual se transcreve no extrato de texto [10].

[10] *Valorizar o trabalho prático como parte integrante e fundamental dos processos de ensino e aprendizagem dos conteúdos de cada unidade. Trabalho prático deve ser entendido como um conceito abrangente que engloba atividades de natureza diversa, que vão desde as que se concretizam com recurso a papel e lápis, às que exigem um laboratório ou uma saída de campo. Assim, os alunos poderão desenvolver competências tão diversificadas como, a utilização de lupa binocular ou microscópio ótico, a apresentação gráfica de dados, a execução de relatórios de atividades práticas, a pesquisa autónoma de informações em diferentes suportes, sem esquecer o reforço das capacidades de expressão escrita e oral.* (Biologia, orientações gerais, p. 70, UA12).

Para explicar este enfoque nas capacidades relacionadas com a vertente prático-experimental há que ter em consideração que este programa, tal como todos os outros da área das ciências do ensino secundário que foram elaborados na mesma época, tinha subjacentes orientações expressas do Ministério da Educação para a valorização do ensino prático-experimental. Este era aliás um dos objetivos principais da revisão curricular no âmbito da qual se elaboraram esses programas. Essa elaboração foi supervisionada pelo Ministério da Educação, tendo estes programas passado por um processo de avaliação que incluía várias etapas. Um dos critérios presente em cada uma

---

<sup>8</sup> A *Apresentação do programa* integra várias secções, nomeadamente a das *Sugestões metodológicas gerais*, constituindo, juntamente com a *Introdução*, a primeira parte de cada uma das componentes de Biologia e Geologia, designada, nesta investigação, por *orientações gerais*.

dessas etapas era precisamente a presença de capacidades de natureza investigativa e de metodologias de ensino-aprendizagem baseadas no trabalho prático-experimental. Não obstante, esta era uma opção mais baseada na importância da vertente prático/experimental ao nível cognitivo do que no facto de esta ser parte integrante da construção da ciência e da necessidade de incluir esse conteúdo metacientífico no ensino das ciências. Assim, essas capacidades de natureza investigativa inflacionaram os valores encontrados para as capacidades metacientíficas, mas não resultam, provavelmente, sobretudo no caso da Biologia, da assunção de que correspondem a capacidades relacionadas com a construção da ciência, na perspectiva de que esta deve fazer parte integrante dos conhecimentos e capacidades a ser desenvolvidos na aprendizagem científica. Neste sentido, facilmente se explica o facto de as capacidades superarem os conhecimentos nesta componente do programa. Na realidade, caso a sua inclusão resultasse da assunção de que devem ser desenvolvidas enquanto parte integrante do processo de construção da ciência, seria natural que aparecessem devidamente associadas a conhecimentos nesse domínio. Como estes são escassos, essas capacidades acabam por aparecer um pouco descontextualizadas, sem que se compreenda a razão de serem visadas no programa.

Quanto à diversidade de dimensões da construção da ciência contempladas, verifica-se que, na componente de Geologia, as capacidades metacientíficas visam apenas as dimensões filosófica e sociológica externa da ciência, sendo que esta última revela uma expressão muito baixa tanto nas orientações gerais como nas orientações específicas. Na componente de Biologia, os aspetos relativos às relações entre a ciência, a sociedade e a tecnologia (dimensão sociológica externa) têm também uma baixa representatividade. Para além destes, também se verifica a expressão, igualmente baixa, das dimensões psicológica e sociológica interna, mas apenas nas orientações gerais. Assinala-se ainda que a dimensão histórica, a terceira mais visada ao nível dos conhecimentos, não é sequer contemplada nas capacidades metacientíficas de ambas as componentes. Os extratos de texto [11] e [12] dizem respeito às duas únicas unidades de análise de todo o programa que contemplam, cada uma delas, capacidades relativas às dimensões psicológica e sociológica interna.

[11] *O seu ensino deve permitir que os jovens compreendam aspetos da natureza da própria Ciência e da construção do conhecimento científico. Ciência enquanto processo (o que os cientistas fazem e como o fazem), corpo de conhecimentos, forma de entender a realidade e, sobretudo, atividade humana que não é neutra.* (Biologia, orientações gerais, p. 65, UA1).

[12] *O reforço das capacidades de abstração, experimentação, trabalho em equipa, ponderação e sentido*

---

*de responsabilidade permitirá o desenvolvimento de competências que caracterizam a Biologia como Ciência.* (Biologia, orientações gerais, p. 67, UA4).

Comparando os resultados obtidos ao nível das orientações gerais e das orientações específicas de cada componente do programa, constata-se, conforme se pode verificar na Figura 4.5, que existem diferenças mais acentuadas entre essas duas partes na componente de Biologia. Estas diferenças dizem respeito à diversidade de dimensões da construção da ciência contempladas. O facto de esta ser maior na componente de Biologia, decorre dos resultados obtidos nas orientações gerais, já que estes dois tipos de capacidades metacientíficas não são visados nas orientações específicas. No entanto, há que ter em consideração que cada uma dessas dimensões da construção da ciência é contemplada em apenas duas unidades de análise, o que representa 29% do total de unidades de análise referentes a capacidades metacientíficas nesta parte da componente de Biologia. A dimensão sociológica externa é contemplada tanto nas orientações gerais como nas específicas da componente de Biologia, mas revela uma expressão baixa nessas duas partes. Esta dimensão da construção da ciência é visada em apenas uma unidade de análise em cada um dessas partes, o que representa 14% e 3%, respetivamente, do total de unidades de análise referentes a capacidades metacientíficas nas orientações gerais e nas orientações específicas.

Por conseguinte, nesta componente do programa, quando se passa das orientações gerais para as orientações específicas, acentua-se ainda mais a prevalência da dimensão filosófica, diminui a expressão da dimensão sociológica externa e diminui a diversidade de dimensões da construção da ciência contempladas. Está-se assim perante um processo de recontextualização do discurso pedagógico oficial do programa no que se refere à natureza das capacidades metacientíficas.

Na componente de Geologia, tal como acontece na de Biologia, a predominância da dimensão filosófica verifica-se em ambas as partes, sendo no entanto mais acentuada nas orientações específicas onde atinge 94% das unidades de análise que contemplam capacidades metacientíficas. Quanto à expressão da dimensão sociológica externa, também com uma expressão baixa nesta componente, verifica-se que esta diminui de 12% para 6% das unidades de análise que contemplam capacidades metacientíficas, quando se passa das orientações gerais para a secção de concretização dessas orientações (orientações específicas). Verifica-se assim que, nesta componente do programa, quando se passa das orientações gerais para as orientações específicas, o

discurso pedagógico oficial sofre uma recontextualização que se traduz no aumento da prevalência da dimensão filosófica e na diminuição da expressão da dimensão sociológica externa, tal como acontece na componente de Biologia.

Tal como se procedeu relativamente aos conhecimentos metacientíficos, também no que se refere às capacidades metacientíficas foi considerada a distribuição das diferentes dimensões da construção da ciência que contemplam com referência a cada indicador, apresentando-se os respetivos resultados no Apêndice 2. Estes resultados mostram que, na componente de Biologia, tanto nas orientações gerais como nas orientações específicas, a unidades de análise que contemplam a dimensão filosófica surgem apenas ao nível dos indicadores *Finalidades/Objetivos/Competências* e *Orientações metodológicas*. Quanto às dimensões psicológica, sociológica interna e sociológica externa, com expressão consideravelmente mais baixa do que a dimensão filosófica, verifica-se que apenas são contempladas nas *Finalidades/Objetivos/Competências*. Na componente de Geologia, em ambas as partes que a constituem, verifica-se uma distribuição mais abrangente das capacidades relativas às metodologias da ciência, sendo estas visadas ao nível de mais indicadores do que na componente de Biologia. Já a sociologia externa da ciência, menos visada do que a dimensão filosófica, tem uma distribuição mais restrita, principalmente nas orientações específicas.

Tal como acontece com os conhecimentos, também nesta análise se destaca o facto de que, no que se refere à *Avaliação*, não foi encontrada qualquer referência a capacidades metacientíficas na componente de Biologia e apenas uma referência na componente de Geologia, o que pode implicar que a estas seja atribuída uma importância menor.

### **2.3. Grau de complexidade dos conteúdos (conhecimentos e capacidades) metacientíficos**

O grau de complexidade dos conteúdos metacientíficos foi analisado ao nível dos conhecimentos e das capacidades relacionados com a construção da ciência que o programa de Biologia e Geologia do 10º ano contempla. Em cada unidade de análise, posteriormente à separação dos conteúdos metacientíficos em conhecimentos e

capacidades e à determinação das dimensões da construção da ciência a que estes pertenciam, procedeu-se à averiguação do grau de conceptualização a que os conhecimentos e/ou capacidades relativos a cada dimensão da construção da ciência correspondiam.

Verificou-se que uma percentagem considerável das unidades de análise, tanto ao nível dos conhecimentos como das capacidades, se relaciona com mais do que uma dimensão da construção da ciência. Nestes casos, foi considerado o grau de conceptualização de cada uma das dimensões contemplada ao nível dos conhecimentos e/ou ao nível das capacidades presentes na unidade de análise. Por exemplo, quando numa mesma unidade de análise, e relativamente a uma mesma dimensão da construção da ciência (Ziman, 1984), estavam presentes conhecimentos com diferentes graus de complexidade, considerou-se a conceptualização que essa dimensão da construção da ciência assumia ao nível dos conhecimentos na unidade de análise em estudo correspondente ao maior grau de complexidade verificado. Recorreu-se ao mesmo procedimento relativamente às capacidades.

Para esta análise, foram utilizados instrumentos de avaliação específicos para os conhecimentos e para as capacidades, apresentando-se os respetivos resultados nas secções seguintes.

### **2.3.1. Grau de complexidade dos conhecimentos metacientíficos**

A análise do grau de complexidade dos conhecimentos metacientíficos presentes no programa, quando se considera cada uma das dimensões da construção da ciência, foi realizada recorrendo a um instrumento de avaliação do grau de conceptualização dos conhecimentos, baseado em Cantu e Herron (1978) e em Brandwein e colaboradores (1980), conforme referido no Capítulo III. Este instrumento contém descritores semelhantes, adaptados a cada uma das dimensões da construção da ciência – filosófica, histórica, psicológica e sociológica (interna e externa). Foi considerada a frequência relativa dos graus de conceptualização de *o que* referente aos conhecimentos metacientíficos<sup>9</sup>, na globalidade do programa, em cada uma das suas componentes e ao

---

<sup>9</sup> O instrumento de avaliação do grau de complexidade de *o que* relativo aos conhecimentos metacientíficos foi adaptado a cada uma das dimensões da construção da ciência (Ziman, 1984) e contempla quatro graus de conceptualização: Graus 1, 2, 3 e 4.

nível das orientações gerais e orientações específicas de cada componente. A frequência relativa dos graus de conceptualização de *o que* foi analisada na globalidade dos conhecimentos metacientíficos, independentemente da dimensão da construção da ciência que contemplavam e relativamente a cada dimensão da construção da ciência. O resultado desta análise encontra-se expresso na Figura 4.6 e tem em conta os dados apresentados no Apêndice 2. Considerando o programa no seu todo, constata-se que este revela um baixo grau de conceptualização ao nível dos conhecimentos metacientíficos. De facto, a maior parte dos conhecimentos metacientíficos contemplados (77%) corresponde ao Grau 2 de conceptualização, ou seja, a conceitos simples. Os restantes 23% correspondem ao Grau 3 de conceptualização, ou seja, a conceitos complexos. Nos extratos de textos [13] e [14] são apresentados dois exemplos de unidades de análise que contemplam conhecimentos metacientíficos avaliados com os graus de conceptualização 2 e 3.

[13] *Valorização do registo sistemático de dados durante os trabalhos de campo.* (Biologia, p. 78, UA24, grau 2)

[14] *Aconselha-se, por isso, que o recurso a modelos analógicos seja acompanhado de uma discussão das hipóteses subjacentes, de uma apreensão das suas limitações e de uma avaliação crítica dos resultados associada a uma comparação com dados reais.* (Geologia, p. 13, UA45, grau 3).

Em todo o programa não se verificou a referência a conhecimentos metacientíficos de natureza factual (Grau 1) ou a conhecimentos metacientíficos complexos correspondentes a temas unificadores ou ideias estruturantes e teorias (Grau 4).

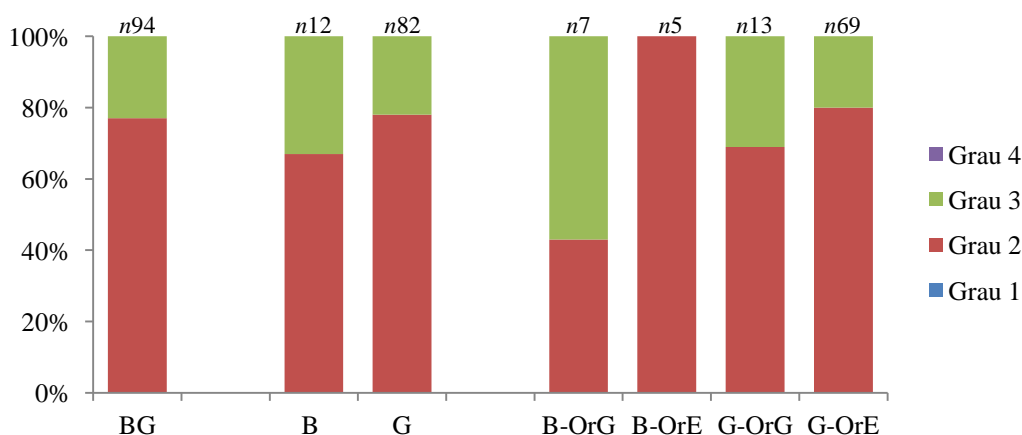


Figura 4.6. Frequência relativa das referências a conhecimentos metacientíficos dos vários graus de conceptualização no programa de Biologia e Geologia do 10º ano (BG), em cada uma das componentes (B e G) e nas orientações gerais e específicas de cada componente<sup>10</sup> (n=número total de referências consideradas).

<sup>10</sup> Neste caso, atendendo a que cada unidade de análise pode incluir mais do que uma referência a conhecimentos metacientíficos, não foram contabilizadas as unidades de análise mas sim as referências a conhecimentos metacientíficos.



Comparando os resultados obtidos em cada componente do programa, verifica-se que ao nível da Biologia, que integra uma pequena parte dos conhecimentos metacientíficos de todo o programa (Figura 4.3), a maior parte desses (67%) corresponde a conceitos simples. Também na componente de Geologia, que integra a maior parte dos conhecimentos metacientíficos do programa, 80% destes corresponde a conceitos simples e uma pequena parte a conceitos complexos.

Sublinha-se que, não obstante a frequência relativa dos conhecimentos metacientíficos complexos (Grau 3) ser mais elevada na componente de Biologia, como evidencia a Figura 4.6, não é possível, com base nestes resultados, inferir um maior grau de conceptualização nessa componente devido à baixa expressão da metaciência. Efetivamente, a este nível foram encontradas apenas nove unidades de análise que contemplam conteúdos metacientíficos, quatro nas orientações gerais e cinco nas orientações específicas. Por conseguinte, nesta análise há que ter em consideração a diferença acentuada que se verifica relativamente à frequência relativa dos conhecimentos metacientíficos nas duas componentes, cujos resultados são apresentados na Figura 4.3. Estes revelam que 90% das referências a conhecimentos metacientíficos do programa está concentrada na componente de Geologia (ver gráfico da Figura 4.3) enquanto que a componente de Biologia apenas contempla 10% desses conhecimentos.

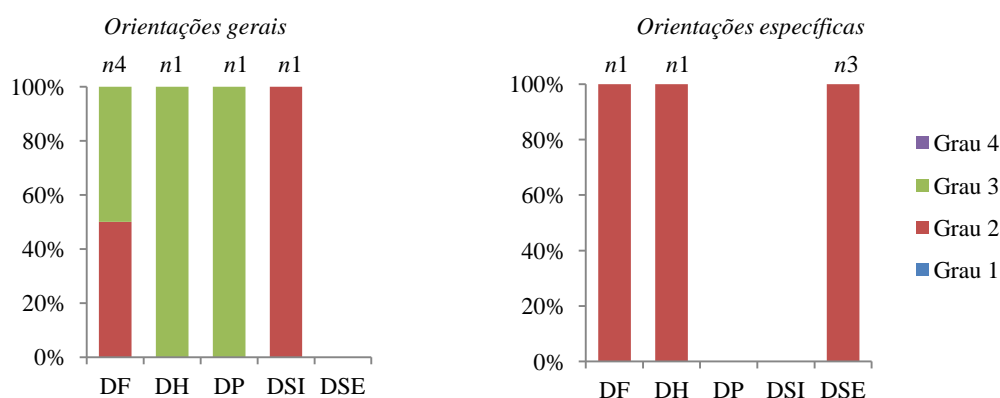
Considerando esta análise ao nível das orientações gerais e das orientações específicas de cada componente, os resultados expressos na Figura 4.6 permitem verificar que, dessas quatro partes analisadas, é nas orientações gerais da componente de Biologia que se encontra a maior percentagem de conceitos metacientíficos complexos (57%), o que se torna pouco relevante dada a baixa expressão de conhecimentos metacientíficos nessa componente. No que se refere ao menor grau de complexidade, é nas orientações específicas da componente de Biologia, em que todos os conhecimentos relativos à construção da ciência correspondem a conceitos simples, que este se verifica.

Estes dados evidenciam, assim, a ocorrência de descontinuidades entre as diferentes partes de cada componente do programa relativamente ao grau de complexidade dos conhecimentos metacientíficos. Em cada componente, quando se passa das orientações gerais para as orientações específicas, a percentagem de conhecimentos metacientíficos complexos (Grau 3) baixa, chegando mesmo a anular-se nas orientações específicas da componente de Biologia. Está-se assim perante um

processo de recontextualização do discurso pedagógico oficial do programa que se traduz na diminuição do grau de complexidade de *o que* referente aos conhecimentos metacientíficos, quando se passa das intenções expressas nos princípios gerais para a sua concretização.

A fim de averiguar quais as dimensões da construção da ciência ao nível das quais é visada uma maior complexidade dos conhecimentos metacientíficos, foi considerada a distribuição dos graus de complexidade destes com referência a cada dimensão da construção da ciência, ao nível de cada uma das partes do programa. Os resultados desta análise, expressos nos gráficos da Figura 4.7. revelaram-se pouco relevantes ao nível da componente de Biologia. Nesta, a baixa expressão dos conhecimentos metacientíficos ao nível das orientações gerais, não permite estabelecer uma relação entre o seu grau de complexidade e a dimensão da construção da ciência que contemplam.

#### *Componente de Biologia*



#### *Componente de Geologia*

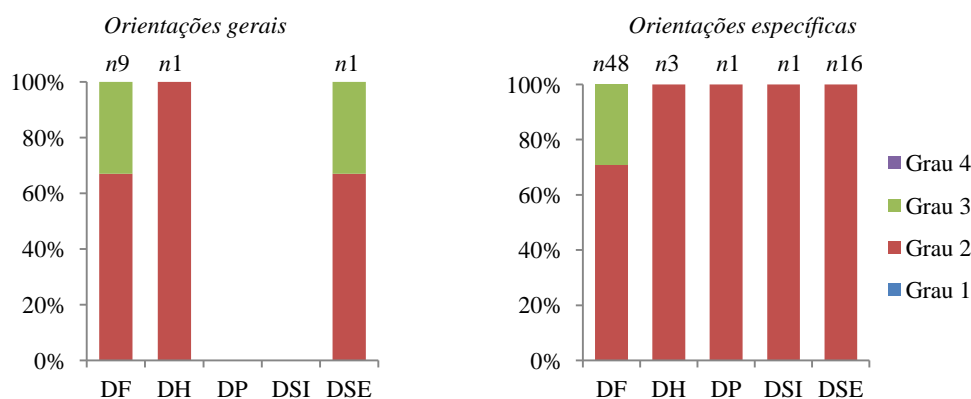


Figura 4.7. Frequência relativa das referências a conhecimentos metacientíficos dos vários graus de conceptualização relativamente a cada dimensão da construção da ciência, em cada uma das partes do programa de Biologia e Geologia do 10º ano. (n- número total de referências consideradas).

Quanto às orientações específicas desta componente, a irrelevância destes resultados justifica-se com base no facto de todos os conhecimentos metacientíficos presentes nessa parte corresponderem ao mesmo grau de complexidade.

Na componente de Geologia, a análise da relação entre o grau de complexidade dos conhecimentos metacientíficos presentes nessa parte do programa e as dimensões da construção da ciência que contemplam permitiu obter resultados mais relevantes. De facto, os resultados expressos nos gráficos da Figura 4.7 evidenciam que, nas orientações gerais desta componente, das três dimensões da construção da ciência contempladas, é ao nível das dimensões filosófica e sociológica externa que se verifica um grau de conceptualização dos conhecimentos metacientíficos mais elevado. Os extratos de texto [15] e [16] exemplificam duas dessas unidades de análise avaliadas com o grau de conceptualização 3 e correspondentes às dimensões filosófica e sociológica externa, respetivamente.

[15] *A utilização de modelos físicos analógicos, comum no ensino da Geologia, deverá ser realizada com precaução, uma vez que, pelas características do próprio conhecimento geológico, se levantam, normalmente, problemas de escala, de representatividade dos materiais e de velocidade dos processos.* (Geologia, orientações gerais, p. 13, UA44, dimensão filosófica, grau 3).

[16] *Fornecer uma visão integradora da Ciência, estabelecendo relações entre esta e as aplicações tecnológicas, a Sociedade e o Ambiente.* (Geologia, orientações gerais, p. 8, UA12, dimensão sociológica externa, grau 3).

Nas orientações específicas da componente de Geologia é apenas a dimensão filosófica que visa conhecimentos metacientíficos complexos.

Também no que se refere a este parâmetro foi considerada a distribuição dos graus de conceptualização dos conhecimentos metacientíficos com referência a cada indicador, ao nível de cada uma das partes de cada componente do programa, apresentando-se os respetivos resultados no Apêndice 2. Estes assumem pouca relevância na componente de Biologia devido à baixa expressão dos conhecimentos metacientíficos. Nas orientações gerais da componente de Geologia, em que as referências a conhecimentos metacientíficos são contempladas em todos os indicadores à exceção das *Atividades* e da *Avaliação*, verifica-se que é ao nível das *Finalidades/Objetivos/Competências* e das *Orientações metodológicas* que os conhecimentos relativos à construção da ciência assumem maior grau de conceptualização. Já nas orientações específicas em que a *Avaliação* é o único indicador que não contempla conhecimentos metacientíficos, é ao nível das *Atividades* que se

verifica um maior grau de complexidade dos conhecimentos relativos à construção da ciência.

### 2.3.2. Grau de complexidade das capacidades metacientíficas

A análise do grau de complexidade das capacidades metacientíficas presentes no programa, quando se considera cada uma das dimensões da construção da ciência, foi realizada recorrendo a um instrumento de avaliação<sup>11</sup> do grau de conceptualização das capacidades, baseado na Taxonomia de Bloom (1972) revista por Anderson e Krathwohl (2001), conforme referido no Capítulo III. Este instrumento contém descritores semelhantes, adaptados a cada uma das dimensões da construção da ciência – filosófica, histórica, psicológica e sociológica (interna e externa). Foi considerada a frequência relativa dos graus de conceptualização de *o que* referente às capacidades metacientíficas na globalidade do programa, em cada uma das suas componentes e ao nível das orientações gerais e das orientações específicas de cada componente. Os dados desta análise, expressos no gráfico da Figura 4.8, em conformidade com os resultados apresentados no Apêndice 2, permitem constatar que a conceptualização das capacidades metacientíficas é elevada, sendo superior à dos conhecimentos metacientíficos.

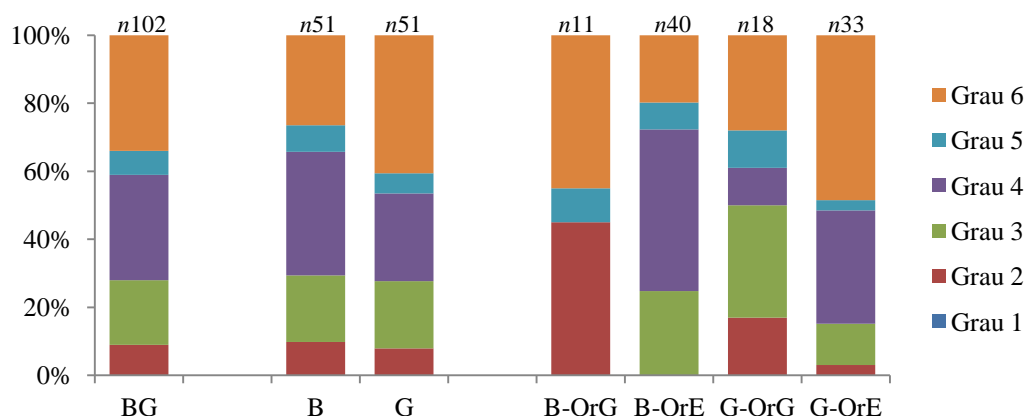


Figura 4.8. Frequência relativa das referências a capacidades metacientíficas dos vários graus de conceptualização no programa de Biologia e Geologia do 10º ano (BG), em cada uma das componentes (B e G) e nas orientações gerais e específicas de cada componente<sup>12</sup> (n=número total de referências consideradas).

<sup>11</sup> O instrumento de avaliação do grau de complexidade de *o que* relativo às capacidades metacientíficas foi adaptado a cada uma das dimensões da construção da ciência (Ziman, 1984) e contempla seis graus de conceptualização: Graus 1, 2, 3, 4, 5 e 6.

<sup>12</sup> Neste caso, atendendo a que cada unidade de análise pode incluir mais do que uma referência a conhecimentos metacientíficos, não foram contabilizadas as unidades de análise mas sim as referências a conhecimentos metacientíficos.

Considerando o programa no seu todo (BG), verifica-se que o grau de conceptualização das capacidades metacientíficas que evidencia maior frequência relativa é o que corresponde ao processo cognitivo “criar”, ou seja, o grau mais elevado da escala considerada (Grau 6)<sup>13</sup>. Para além disso, os resultados da Figura 4.8 mostram que 72% das capacidades metacientíficas contempladas em todo o programa (BG), estão relacionadas com os processos cognitivos “Analisar”, “Avaliar” e “Criar”, (Graus 4, 5 e 6).

Considerando esta análise ao nível das orientações gerais e das orientações específicas de cada componente do programa (OrG e OrE), o gráfico da Figura 4.8 permite constatar que é nas orientações específicas da componente de Geologia (G-OrE) que se verifica um maior grau de conceptualização das capacidades metacientíficas. Com efeito, 84% das capacidades relativas à construção da ciência contempladas nesta parte do programa correspondem aos três graus mais elevados (Graus 4, 5 e 6), sendo o processo cognitivo “criar” visado em 48% das capacidades, o que indicia um elevado grau de complexidade. Os extratos de texto [17], [18] e [19] correspondem a exemplos de unidades de análise das orientações específicas da componente de Geologia, que contemplam capacidades metacientíficas avaliadas com os três graus mais elevados.

[17] *Realizar observações de campo sobre possíveis danos causados por fenómenos geológicos em zonas próximas.* (Geologia, p. 25, UA26, grau 4).

[18] *Problematizar e formular hipóteses.* (Geologia, p. 25, UA27, grau 5).

[19] *C2. Desenvolver um conhecimento procedimental do modo como os geólogos estudam a Terra, identificando as escalas físicas (da atómica até à planetária) e as escalas temporais de observação que utilizam, realizando cálculos simples para a determinação de taxas de mudança de alguns processos geológicos, estabelecendo inferências a partir, por exemplo, de vestígios da atividade de dinossauros, chamando a atenção para a necessidade que os cientistas têm de se manterem abertos a outras evidências e argumentos. Algumas pistas para a preparação desta atividade podem ser obtidas Bush, R.M. ( 1996). Laboratory Manual in Physical Geology. Upper Saddle River, NJ: Prentice Halll. (Geologia, p. 38, UA108, grau 6).*

Seguem-se às orientações específicas da componente de Geologia, em termos de conceptualização das capacidades metacientíficas, as orientações específicas da componente de Biologia (B-OrE), com uma expressão de 76% dos três graus de complexidade mais elevados. Nos extratos de texto [20], [21] e [22] são apresentadas unidades de análise dessa parte do programa, correspondentes a esses três graus de conceptualização.

---

<sup>13</sup> Os seis graus de conceptualização contemplados no instrumento de avaliação do grau de complexidade das capacidades metacientíficas correspondem aos seguintes processos cognitivos, em ordem crescente de complexidade: “lembrar”, “compreender”, “aplicar”, “analisar”, “avaliar” e “criar”.

- [20] *Recolher, organizar e interpretar dados de natureza diversa (laboratoriais, bibliográficos, internet,...) sobre estratégias de obtenção de matéria por diferentes seres heterotróficos.* (Biologia, p. 80, UA51, grau 4).
- [21] *Fazer recolhas criteriosas e perspetivar a sua relevância no trabalho laboratorial.* (Biologia, p. 78, UA16, grau 5).
- [22] *Planificar e executar atividades práticas.* (Biologia, p. 80, UA89, grau 6).

Ainda considerando o conjunto dos três processos cognitivos mais complexos, visados em 50% e 55% das capacidades metacientíficas da componente de Geologia (G) e da de Biologia (B), respetivamente, pode-se constatar que nas orientações gerais de ambas a complexidade das capacidades metacientíficas é mais baixa. Também a expressão mais elevada das capacidades que implicam processos cognitivos simples tais como a compreensão (Grau 2), permite inferir um grau de conceitualização mais baixo ao nível destas partes das duas componentes do programa. Os extratos de texto [23] e [24], retirados das orientações gerais da componente de Geologia, correspondem a duas unidades de análise que contemplam capacidades metacientíficas avaliadas com o Grau 2 de conceitualização.

- [23] *Reconhecer as interações que a Geologia estabelece com as outras ciências.* (Geologia, p. 9, UA18, grau 2).
- [24] *Compreender os princípios básicos do raciocínio geológico.* (Geologia, p. 8, UA15, grau 2).

No entanto, a este nível, a expressão das capacidades relacionadas com o processo cognitivo “criar” (Grau 6), que corresponde a 45% na Biologia e a 28% na Geologia, não permite inferir um grau de complexidade propriamente baixo.

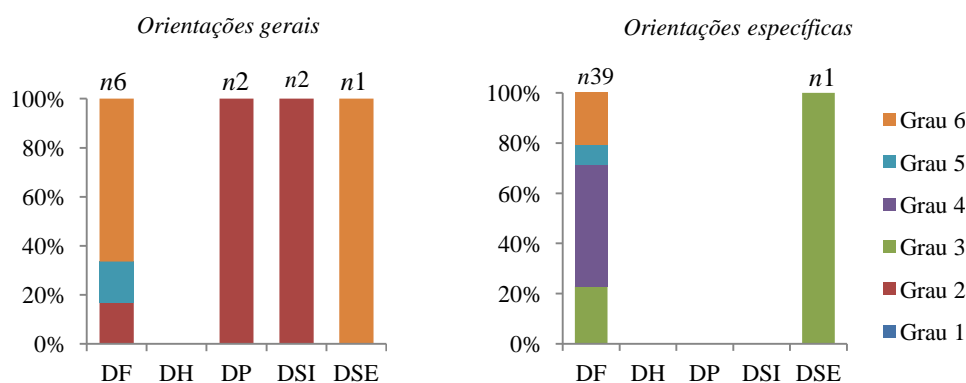
Verificam-se assim disparidades entre as duas componentes do programa e, dentro destas, entre as orientações gerais e as orientações específicas, relativamente ao grau de complexidade das capacidades metacientíficas. Este é mais elevado na componente de Geologia e, em ambas as componentes, verifica-se um processo de recontextualização do discurso pedagógico oficial do programa, quando se passa dos princípios gerais para a parte destinada à sua concretização, que se traduz num aumento do grau de complexidade das capacidades relacionadas com a construção da ciência.

Constata-se que, no que diz respeito à conceitualização da construção da ciência, o discurso pedagógico oficial do programa é mais ambicioso ao nível das capacidades do que dos conhecimentos, que têm um grau de complexidade baixo, contrariamente ao que se verifica com as capacidades. Estas disparidades traduzem uma falta de coerência na abordagem dos conhecimentos e das capacidades visados no âmbito da construção da ciência, que podem causar dificuldades aos professores e aos

autores dos manuais escolares na interpretação do programa. Efetivamente, estes, embora se constituam fundamentalmente como reprodutores do discurso pedagógico oficial contido no programa, acabam sempre por fazer uma recontextualização deste, que será tanto mais acentuada, quanto mais difícil for a interpretação do programa.

Tal como se procedeu relativamente aos conhecimentos metacientíficos, também no que diz respeito às capacidades metacientíficas foi considerada a distribuição dos graus de complexidade das capacidades metacientíficas com referência a cada dimensão da construção da ciência, ao nível das orientações gerais e das orientações específicas de cada componente do programa. Os resultados desta análise, em conformidade com os que constam do Apêndice 2, encontram-se expressos nos gráficos da Figura 4.9.

#### *Componente de Biologia*



#### *Componente de Geologia*

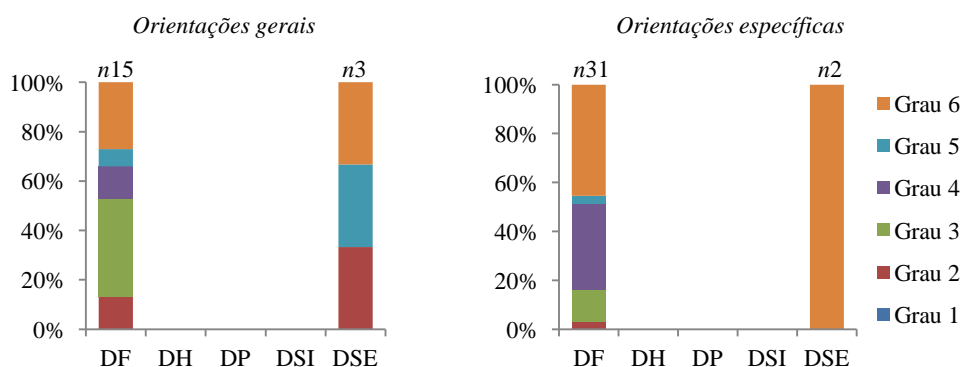


Figura 4.9. Frequência relativa das referências a capacidades metacientíficas dos vários graus de conceptualização relativamente a cada dimensão da construção da ciência em cada uma das partes do programa de Biologia e Geologia do 10º ano (n- número total de referências consideradas).

No entanto, atendendo ao facto de que em ambas as componentes do programa quase todas as capacidades metacientíficas estão relacionadas com a dimensão filosófica (Figura 4.5), verificando-se uma expressão muito baixa, ou mesmo nula, das restantes

dimensões da construção da ciência, os resultados desta análise tornam-se pouco conclusivos.

Nas orientações gerais da componente de Biologia, é ao nível das dimensões filosófica e sociológica externa da ciência que se verifica maior grau de concetualização das capacidades metacientíficas. No entanto, há que ter em consideração que nesta parte do programa existe apenas uma referência à sociologia externa da ciência, razão pela qual este resultado se torna pouco representativo. O mesmo acontece nas orientações específicas desta componente, em que apenas uma das 40 capacidades metacientíficas contempladas não pertence à dimensão filosófica, relacionando-se com a sociologia externa da ciência.

Na componente de Geologia, em ambas as partes consideradas nesta análise, também é ao nível da dimensão filosófica que se verifica maior grau de concetualização das capacidades metacientíficas, havendo no entanto que ter em consideração que a fraca expressão das restantes dimensões da construção da ciência relativiza estes resultados.

Destacando o grau de concetualização das capacidades relativas às metodologias da ciência nas várias partes do programa, verifica-se que este pode ser considerado elevado sobretudo nas orientações gerais da componente de Biologia e nas orientações específicas das componentes de Biologia e de Geologia, com 84%, 77% e 84%, respetivamente, de capacidades correspondentes aos três graus mais elevados (4,5 e 6).

À semelhança da forma como se procedeu relativamente aos outros parâmetros de análise, foi também considerada a distribuição dos graus de conceptualização das capacidades metacientíficas relativamente a cada indicador, ao nível das orientações gerais e das orientações específicas de cada componente do programa, apresentando-se os resultados desta análise no Apêndice 2. No que respeita à componente de Biologia, o facto de tanto nas orientações gerais como nas específicas as referências a capacidades relativas à construção da ciência surgirem apenas ao nível de dois indicadores, *Finalidades/Objetivos/Competências* e *Orientações Metodológicas*, retira significado a esta análise. No que respeita à componente de Geologia, esta análise torna-se mais relevante uma vez que as capacidades metacientíficas se encontram distribuídas por mais indicadores. Nas orientações gerais, é ao nível das *Orientações Metodológicas* que se verifica o maior grau de concetualização das capacidades metacientíficas. Nas



orientações específicas o grau de concetualização mais elevado é bem patente ao nível das propostas de *Atividades*, devido à elevada expressão do Grau 6. O extrato de texto [25] ilustra uma dessas propostas de atividades, integrada no *Tema II - A Terra, um planeta muito especial* e relativa à *Formação do sistema solar*.

[25] Através da Internet ou através de aplicações em CD-ROM é possível encontrar uma grande quantidade e diversidade de materiais que poderão suportar atividades de ensino/aprendizagem que possibilitem o desenvolvimento de conteúdos procedimentais relativos à recolha e tratamento de informação, assim como à fundamentação de eventuais debates sobre a evolução do conhecimento científico e as relações entre ciência e tecnologia. (Geologia, orientações específicas, p. 43, UA150, grau 6).

#### 2.4. Relação entre conhecimentos científicos e conhecimentos metacientíficos

A análise de *o como* do programa, na vertente do contexto de transmissão-aquisição que se refere à relação professor-aluno, incidiu na relação entre discursos. Neste âmbito foi considerada a relação intradisciplinar entre conhecimentos científicos e conhecimentos metacientíficos. Esta análise consistiu na averiguação desse grau de relação, considerando o programa no seu todo, cada uma das suas componentes e as orientações gerais e específicas de cada componente. Tal como referido no Capítulo 3 (ver ponto 4.6.4), no instrumento utilizado para a análise da relação entre conhecimentos científicos e metacientíficos (ver Apêndice 1.5) a classificação extrema mais forte ( $C^{++}$ ) foi considerada para os casos em que havia presença apenas de conceitos científicos. Os resultados desta análise, apresentados no gráfico da Figura 4.10, apenas contemplam os casos em que há presença de conhecimentos metacientíficos, não considerando a classificação  $C^{++}$ . Considerando o programa no seu todo, estes resultados mostram que, quando se consideram apenas as unidades de análise que contemplam conhecimentos relativos à construção da ciência, predominam os casos de presença de relação entre conhecimentos científicos e metacientíficos ( $C^-$  e  $C^+$ ). Para além disso, verifica-se que são mais valorizadas as relações em que é atribuído igual estatuto a esses dois tipos de conhecimento ( $C^+$ ) do que as relações em que se confere mais importância aos conhecimentos científicos. Esta última situação, correspondente à classificação  $C^-$ , é considerada ideal no ensino das ciências, em termos de intradisciplinaridade, de acordo com o quadro teórico em que se baseia esta investigação.

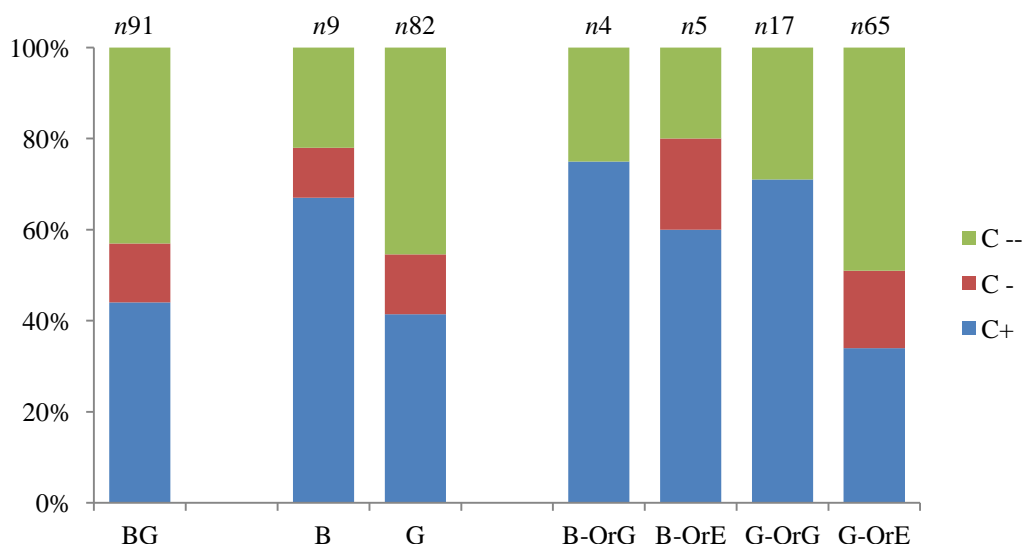


Figura 4.10. Frequência relativa das unidades de análise relativas aos vários graus de relação entre conhecimentos científicos e metacientíficos, na globalidade do programa, em cada uma das suas componentes e nas orientações gerais e orientações específicas de cada componente (n=número total de unidades de análise consideradas).

Na análise das duas componentes do programa em separado é fundamental ter em consideração que a baixa expressão dos conhecimentos metacientíficos na componente de Biologia (9 unidades de análise, 4 nas orientações gerais e 5 nas orientações específicas) relativiza os resultados obtidos a esse nível. Comparando as duas componentes (Figura 4.10) verifica-se que o grau de relação entre conhecimentos científicos e metacientíficos é menor na componente de Biologia, em que 6 das 9 unidades analisadas (67%) não contempla esse tipo de intradisciplinaridade (Grau C<sup>+</sup>), do que na de Geologia em que esse tipo de unidades de análise revela uma frequência relativa mais baixa (41%). Nos excertos [26] e [27] apresentam-se dois exemplos de unidades de análise com o Grau C<sup>+</sup>.

[26] *Neste nível de ensino será pertinente abordar a Biologia como um todo, quer na identificação do seu objeto de estudo — a VIDA e os SERES VIVOS — quer na exploração articulada dos conhecimentos que engloba atualmente.* (Biologia, orientações gerais, p. 68, UA11, grau C<sup>+</sup>).

[27] *As questões de segurança e certos princípios éticos de atuação do geólogo no campo, em especial, a grande contenção na destruição de afloramentos e colheita de amostras não devem ser esquecidos.* (Geologia, orientações gerais, p. 12, UA43, grau C<sup>+</sup>).

Sublinha-se ainda que a situação considerada mais favorável ao ensino das ciências neste estudo (C<sup>-</sup>) tem uma expressão baixa em ambas as componentes (11% na Biologia e 13% na Geologia). Nos excertos [28] e [29] exemplificam-se dois casos de unidades de análise correspondentes à classificação C<sup>-</sup>.

[28] *Desenvolver um conhecimento procedimental do modo como os geólogos estudam a Terra,*

*identificando as escalas físicas (da atômica até à planetária) e as escalas temporais de observação que utilizam, realizando cálculos simples para a determinação de taxas de mudança de alguns processos geológicos, estabelecendo inferências a partir, por exemplo, de vestígios da atividade de dinossauros, chamando a atenção para a necessidade que os cientistas têm de se manterem abertos a outras evidências e argumentos. Algumas pistas para a preparação desta atividade podem ser obtidas Bush, R.M. (1996). Laboratory Manual in Physical Geology. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall. (Geologia, orientações específicas, p. 33, UA83, grau C<sup>-</sup>).*

- [29] *Relembrar os organitos celulares utilizando esquemas e referir a mitocôndria como organito indispensável ao processo de respiração aeróbia. Explorar o facto destes organitos não terem sido observados em trabalhos práticos anteriores e discutir a necessidade de recorrer a outros instrumentos óticos com maior poder de resolução e de ampliação que serão, eventualmente, alvo de ulteriores estudos. (Biologia, orientações específicas, p. 85, UA148, grau C<sup>-</sup>).*

Outro aspeto a destacar diz respeito à elevada expressão da classificação C<sup>-</sup> na componente de Geologia (45%), verificando-se que esta é a situação predominante nessa componente, em termos de relação entre conhecimentos científicos e metacientíficos. Os excertos [30] e [31], que a seguir se transcrevem, dizem respeito a duas situações que evidenciam esse grau extremo de classificação (C<sup>-</sup>). Trata-se de duas unidades de análise que não só contemplam a relação entre ciência e metaciência, como atribuem igual importância a ambas.

- [30] *No Módulo inicial - Tema I são colocados em destaque os grandes princípios de raciocínio geológico, em paralelo com os designados conceitos estruturantes. Embora explícitos neste primeiro tema, eles estarão presentes, de forma implícita, em todo o programa. (Geologia, orientações gerais, p.9, UA21, grau C<sup>-</sup>).*

- [31] *Valorizar a compreensão dos processos metabólicos, no sentido da sua utilização no fabrico, processamento e conservação de alimentos. (Biologia, orientações específicas, p. 84, UA131, grau C<sup>-</sup>).*

O discurso pedagógico oficial do programa parece assim deslocar-se entre dois extremos relativamente a este tipo de intradisciplinaridade, ou seja, ou a omite (Grau C<sup>+</sup>), ou a considera no seu grau extremo (Grau C<sup>-</sup>).

Comparando as orientações gerais e as orientações específicas de cada componente do programa, constata-se que, em ambas, as orientações específicas evidenciam uma maior expressão do conjunto das classificações C<sup>-</sup> e C<sup>-</sup> e, por conseguinte, um maior grau de relação entre conhecimentos científicos e metacientíficos. Para além disso, revelam alguma expressão da classificação C<sup>-</sup>, que nas orientações gerais está ausente. No entanto, ao nível da Biologia, esta expressão tem pouco significado já que corresponde a apenas uma unidade de análise, que se transcreveu no extrato de texto [28]. Neste é bem patente a relação estabelecida entre os conhecimentos científicos relativos aos organitos celulares e os equipamentos técnicos utilizados no seu estudo, o que remete para as metodologias da ciência (dimensão filosófica). Neste caso verifica-se que é dado maior enfoque aos conhecimentos científicos do que aos metacientíficos, o que se enquadra no

grau de classificação C<sup>-</sup>.

Na componente de Geologia, ao nível das propostas de concretização dos princípios gerais, as unidades de análise que correspondem a este grau de intradisciplinaridade manifestam uma frequência relativa de 17%. No extrato de texto [32], transcreve-se a mensagem contida numa unidade de análise das orientações específicas da componente de Geologia correspondente ao grau C<sup>-</sup>.

[32] *Processos lentos, indutores de erupções vulcânicas, cujos sintomas premonitórios vamos identificando e utilizando, com êxito crescente, na proteção de populações por elas ameaçadas, ou de sismos, cuja ocorrência espacial e temporal exata não conseguimos ainda prever. Sismos que, sendo dos mais temidos fenómenos naturais, pela sua imprevisibilidade e pelas suas pesadas consequências em comunidades humanas agrupadas em casas demasiado frágeis, nos permitiram abrirem uma janela de conhecimento para o interior do planeta. As ondas que destroem vidas e bens são as mesmas que nos possibilitam detetar a estrutura íntima da quase-esfera em que vivemos, a existência de descontinuidades profundas entre zonas de composição e propriedades distintas, sem que, para tal, tenhamos que realizar a sonhada viagem ao centro da Terra.* (Geologia, orientações específicas, p. 50, UA176, grau C<sup>-</sup>).

Por conseguinte, ao nível da concretização dos seus princípios orientadores, o programa manifesta um maior nível de exigência conceptual decorrente do aumento da intradisciplinaridade entre ciência e metaciência, do que nas intenções expressas nas orientações gerais. A situação ideal em termos deste tipo de intradisciplinaridade, de acordo com o quadro teórico desta investigação, apesar de ser omissa nas orientações gerais vem a ser considerada ao nível da sua concretização, ainda que de forma pouco acentuada. Estas disparidades entre as orientações gerais e as orientações específicas de ambas as componentes traduzem um processo de recontextualização do discurso pedagógico oficial do programa, que ocorre no seu interior, quando se passa das intenções para as respetivas propostas de concretização.

Também foi considerada a distribuição relativa das unidades de análise<sup>14</sup> relativas aos vários graus de relação entre conhecimentos científicos e metacientíficos com referência a cada indicador, nas orientações gerais e específicas de cada componente do programa, apresentando-se os resultados dessa análise no Apêndice 2. A componente de Biologia manifesta um maior grau de relação entre ciência e metaciência ao nível das *Finalidades/Objetivos/Competências* das orientações gerais e ao nível do indicador *Orientações Metodológicas* das orientações específicas. Contudo, há que ter em consideração que a baixa expressão das unidades consideradas retira significado a

---

<sup>14</sup> À semelhança do procedimento utilizado na análise da intradisciplinaridade cujos resultados são apresentados na Figura 4.12, apenas foram consideradas as unidades de análise que contemplam conhecimentos metacientíficos (graus de classificação C<sup>+</sup>, C<sup>-</sup> e C<sup>-</sup>), excluindo-se as que evidenciam ausência desse tipo de conhecimentos metacientíficos (grau de classificação C<sup>++</sup>).

estes resultados. Nas orientações gerais da componente de Geologia, é ao nível do indicador *Orientações Metodológicas* que se verifica um maior grau de intra-disciplinaridade, com metade das unidades de análise a contemplar a relação entre conhecimentos científicos e metacientíficos, atribuindo-lhes igual importância. Nas orientações específicas é ao nível dos *Esquemas/Diagramas/Imagens* que o discurso pedagógico oficial do programa contempla um maior grau de relação entre ciência e metaciência.

## 2.5. Explicitação da construção da ciência

A análise de *o como* do programa de Biologia e Geologia do 10º ano incidiu também na explicitação da mensagem sociológica relativa à construção da ciência no contexto de transmissão/aquisição, tendo em conta as relações de controlo entre ME-professor e entre ME-autor de manuais escolares para a regra discursiva *critérios de avaliação*. Nesta vertente da análise de *o como* procedeu-se à avaliação do grau de explicitação do discurso pedagógico oficial do programa relativo à construção da ciência com referência ao *o que* e ao *o como* no contexto de transmissão/aquisição, tendo em conta a relação professor-alunos. Assim, quanto ao *o que* foi analisado o grau de explicitação dos conteúdos metacientíficos e no que se refere ao *o como* foi estudado o grau de relação entre conhecimentos científicos e metacientíficos.

Quanto à análise do grau de explicitação dos conteúdos metacientíficos, pretendeu-se avaliar em que medida a mensagem sociológica do programa, ao nível da sua componente instrucional, é explícita relativamente à presença dos conhecimentos e/ou das capacidades relativos à construção da ciência. Neste sentido, foram objeto de avaliação todas as unidades de análise que contemplam conhecimentos metacientíficos, ou capacidades metacientíficas, ou ambos. A Figura 4.11 mostra o resultado dessa análise, em conformidade com os resultados apresentados no Apêndice 2, considerando o programa no seu todo, cada uma das suas componentes e as orientações gerais e específicas de cada componente. Estes resultados evidenciam um baixo grau de explicitação dos conteúdos (conhecimentos e capacidades) relativos à metaciência, quer na globalidade do programa, quer nas várias partes que o constituem.

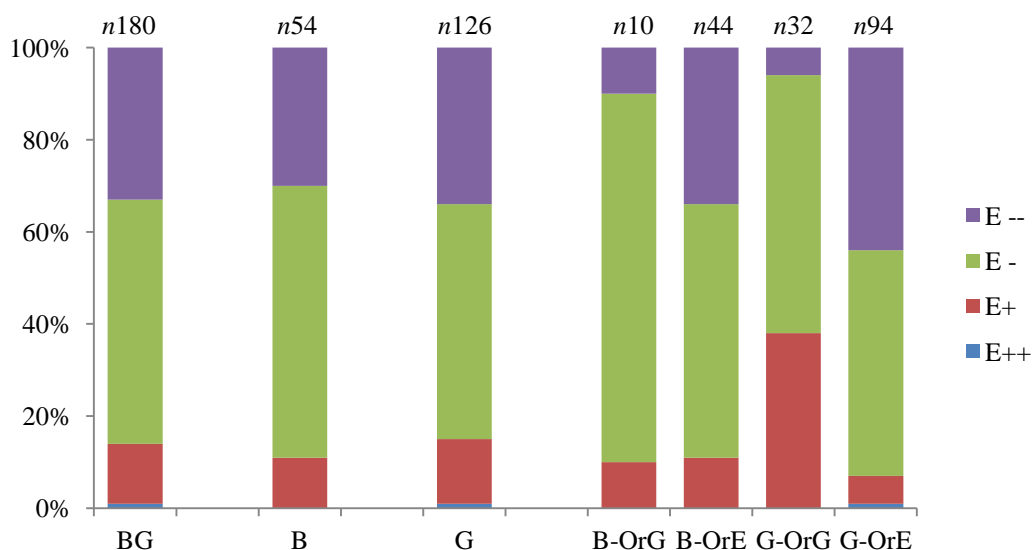


Figura 4.11. Frequência relativa das unidades de análise correspondentes aos vários graus de explicitação de *o que* da construção da ciência, na globalidade do programa, em cada uma das suas componentes e nas orientações gerais e orientações específicas de cada componente (n – número total de unidades de análise consideradas).

Considerando o programa no seu todo, verifica-se que 86% das unidades de análise que contemplam metaciência não incluem qualquer explicação para a inclusão desse tipo de conteúdos<sup>15</sup>. Estas unidades de análise dizem respeito aos Graus E<sup>-</sup> e E<sup>--</sup>. Estes correspondem aos casos em que, ainda que não haja justificação para tal, os conteúdos metacientíficos são apresentados (E<sup>-</sup>) ou então apenas referidos (E<sup>--</sup>). Nos extratos de texto [33] e [34] são apresentados exemplos desses dois graus de enquadramento.

[33] *A tradicional organização da Biologia em várias "especialidades", como, botânica, zoologia, citologia, histologia, anatomia, fisiologia, genética, sistemática, ecologia, ..., assenta numa perspectiva histórica de construção dos saberes e de organização para a compreensão especializada dos mesmos. Esta, não será a lógica mais adequada para servir de base à construção de um programa de Biologia para o Ensino Secundário.* (Biologia, orientações gerais, p. 68, UA10, grau E<sup>-</sup>).

[34] *Compreender os princípios básicos do raciocínio geológico.* (Geologia, orientações gerais, p. 8, UA15, grau E<sup>--</sup>).

Comparando as componentes de Biologia e de Geologia relativamente a este parâmetro da análise, verifica-se que o enquadramento dos conteúdos relativos à construção da ciência é ligeiramente mais forte na componente de Geologia. De facto, nesta componente a percentagem de unidades de análise que contemplam uma

<sup>15</sup> O instrumento de avaliação do grau de explicitação de *o que* inclui quatro graus de enquadramento: E<sup>-</sup>, E<sup>--</sup>, E<sup>+</sup> e E<sup>++</sup>. Os graus E<sup>-</sup> e E<sup>--</sup> correspondem aos casos em que os conhecimentos e/ou capacidades metacientíficos, são apresentados (E<sup>-</sup>) ou apenas referidos (E<sup>--</sup>), mas não é apresentada qualquer justificação para a sua inclusão.

explicação para a inclusão da metaciência é de 15% (Grau E<sup>+</sup>: 14%; Grau E<sup>++</sup>: 1%), ligeiramente superior à verificada na componente de Biologia (Grau E<sup>+</sup>: 11%). Destaca-se que essa justificação é completa (Grau E<sup>++</sup>)<sup>16</sup> em apenas uma das unidades analisadas ao nível da Geologia, a qual é apresentada no extrato de texto [35], juntamente com um exemplo de uma unidade de análise avaliada com o grau de enquadramento E<sup>+</sup>, transcrita no extrato de texto [36].

[35] *Entre as diversas questões que, nos últimos anos, têm suscitado o interesse dos geólogos e que, em simultâneo, têm sido alvo de uma grande divulgação em termos mediáticos, encontra-se a da extinção dos dinossauros, problema para o qual têm vindo a ser propostos diferentes modelos explicativos. Através da introdução desta questão como fio condutor do Módulo inicial - Tema I, pretende-se rever uma série de conceitos adquiridos anteriormente e, ao mesmo tempo, corrigir algumas concepções erradas que, sobre este assunto, se têm desenvolvido devido às abordagens sensacionalistas que frequentemente têm sido feitas. Deve ser destacado o facto de existir mais do que um modelo explicativo para a sua extinção, aproveitando-se a oportunidade para colocar em evidência o processo de construção do conhecimento científico.* (Geologia, orientações específicas, p. 27, UA58, grau E<sup>++</sup>).

[36] *Por outro lado, a Geologia deve ser encarada também pelo seu valor formativo e pelas contribuições que podem advir do seu estudo para o desenvolvimento de determinadas capacidades, nomeadamente de construção de modelos espaço-temporais, parte integrante da maior parte das teorias que representam, explicam e preveem mudanças no sistema Terra.* (Geologia, orientações gerais, p.6, UA5, grau E<sup>+</sup>).

Analisando o gráfico da Figura 4.14, fica no entanto bem patente que as diferenças entre as duas componentes relativamente ao enquadramento da metaciência não são significativas, verificando-se que em ambas o Ministério da Educação concede aos professores e aos autores de manuais escolares um elevado grau de controlo sobre a transmissão aquisição dos conteúdos metacientíficos.

Quando se comparam as orientações gerais e as orientações específicas em cada componente do programa, no caso da Biologia não se verificam diferenças acentuadas em termos globais de explicitação da metaciência. Efetivamente, as percentagens de casos em que a presença de conteúdos metacientíficos não é justificada (Graus E<sup>-</sup> e E<sup>+</sup>), são muito próximas em ambas as partes desta componente, passando de 90% ao nível dos princípios gerais para 89% nas respetivas propostas de concretização. Contudo, a expressão assumida por cada um desses dois graus de enquadramento nas orientações gerais e nas orientações específicas da componente de Biologia evidencia diferenças acentuadas. Estas diferenças revelam que, quando se passa dos princípios orientadores

<sup>16</sup> De acordo com o instrumento de avaliação do grau de explicitação dos conteúdos metacientíficos (Apêndice 1.6) a justificação para a inclusão desse tipo de conteúdos é considerada incompleta (grau E<sup>+</sup>) quando menciona o seu significado para o ensino/aprendizagem da metaciência e das ciências em geral. Quando, para além disso, faz referência à perspetiva do programa relativamente a esse aspeto, é considerada completa (grau E<sup>++</sup>).

para a sua concretização, há uma diminuição acentuada (de 80% para 55%) dos casos em que os conteúdos metacientíficos são apresentados de forma mais completa (Grau E<sup>-</sup>) e o consequente aumento (de 10% para 34%) dos casos em que esses conteúdos são apenas referidos (Grau E<sup>-</sup>), o que indicia uma diminuição do grau de explicitação de *o que* da construção da ciência.

Na componente de Geologia as disparidades verificadas quanto ao enquadramento de *o que* da construção da ciência ao nível das orientações gerais e das orientações específicas são mais acentuadas. Estas diferenças traduzem claramente uma diminuição considerável do grau de explicitação dos conteúdos metacientíficos quando se passa para a concretização dos princípios gerais. Com efeito, a expressão das unidades de análise que incluem uma explicação, ainda que incompleta, para a presença da metaciência (Grau E<sup>+</sup>) diminui drasticamente de 38% para 6%. Para além disso, os casos em que não só não é contemplada qualquer justificação relativa à inclusão de conteúdos metacientíficos, como estes são meramente referidos, aumentam consideravelmente de 6% para 44%.

Por conseguinte, na passagem das intenções expressas nas orientações gerais para as respetivas propostas de concretização nas orientações específicas, o *o que* da construção da ciência contemplado no discurso pedagógico oficial do programa sofre uma diminuição do seu grau de explicitação.

A análise do grau de explicitação dos conteúdos metacientíficos com referência a cada indicador, cujos resultados constam do Apêndice 2, permitiu verificar que, na componente de Biologia, é ao nível das *Finalidades/Objetivos/Competências* das orientações gerais e das *Orientações Metodológicas* que constam das orientações específicas, que o grau de explicitação de *o que* é mais elevado. Na componente de Geologia o cenário é diferente, já que os conteúdos metacientíficos se distribuem por mais indicadores e o grau de explicitação mais elevado se verifica ao nível dos *Temas/Conteúdos* das orientações gerais e das *Atividades* das orientações específicas.

Quanto à análise da explicitação de *o como*, pretendeu-se avaliar em que medida a mensagem sociológica do programa, ao nível da sua componente instrucional, é explícita relativamente às relações intradisciplinares entre conhecimentos científicos e metacientíficos. Assim, no âmbito desta análise foram consideradas apenas as unidades que contemplam esse tipo de relações, ou seja, aquelas que foram avaliadas quanto à



intradisciplinaridade com as classificações  $C^-$  e  $C^{--}$ <sup>17</sup> (Secção 1.3, Figura 4.10). A Figura 4.12 representa os resultados dessa análise considerando o programa no seu todo, cada uma das suas componentes e as orientações gerais e específicas de cada componente, tendo em conta os dados apresentados no Apêndice 2. A análise destes resultados permite verificar que, quer o programa no seu todo, quer as partes que o constituem, evidenciam um baixo enquadramento das relações entre conhecimentos científicos e metacientíficos.

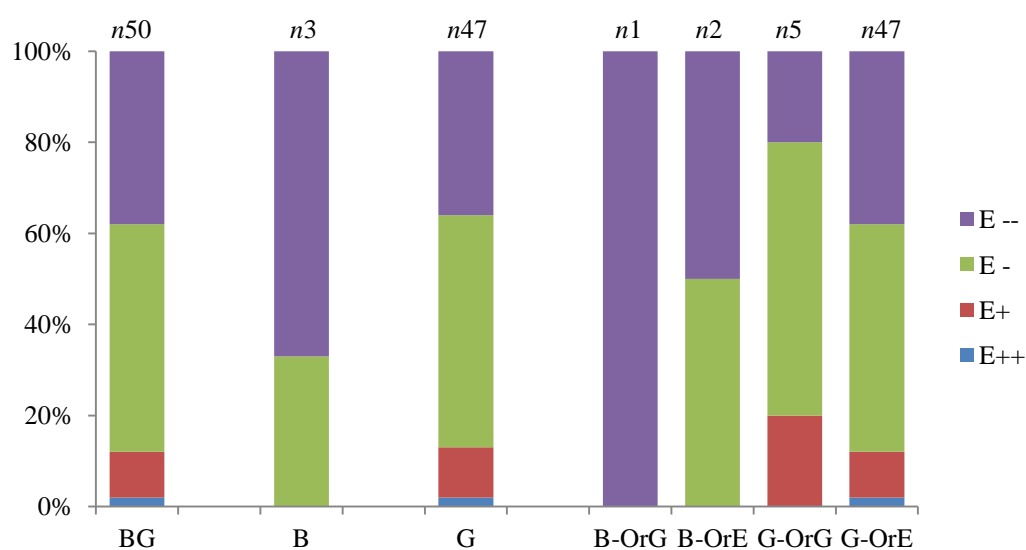


Figura 4.12. Frequência relativa das unidades de análise correspondentes aos vários graus de explicitação das relações entre conhecimentos científicos e metacientíficos, na globalidade do programa, em cada uma das suas componentes e nas orientações gerais e orientações específicas de cada componente (n- número total de unidades de análise consideradas).

Na globalidade do programa apenas 12% das unidades analisadas relativamente a este parâmetro incluem uma justificação para a inclusão desse tipo de relações, (Graus  $E^+$  e  $E^{++}$ ), o que indicia um baixo grau de explicitação das relações intradisciplinares. Para além disso, a justificação para a inclusão das relações intradisciplinares encontra-se completa<sup>18</sup> em apenas uma unidade de análise (2%) pertencente às orientações

<sup>17</sup> De acordo com o instrumento de análise utilizado para a avaliação do grau de relação entre conhecimentos científicos e conhecimentos metacientíficos, as classificações  $C^-$  e  $C^{--}$  são as que traduzem presença desse tipo de relações intradisciplinares, com dois graus diferentes.

<sup>18</sup> De acordo com o instrumento de avaliação do grau de explicitação das relações entre conhecimentos científicos e metacientíficos (Apêndice 1.7) a justificação para a inclusão desse tipo de relações é considerada incompleta (grau  $E^+$ ) quando menciona o seu significado para o ensino/aprendizagem da metaciência e das ciências em geral, sem referir a perspectiva do programa relativamente a esse aspeto. Quando, para além disso, faz referência à perspectiva do programa relativamente a esse aspeto, é considerada completa (grau  $E^{++}$ ).

específicas da componente de Geologia, precisamente a mesma que foi apresentada no extrato de texto [35] para exemplificar o único caso de Grau E<sup>++</sup> para o enquadramento dos conteúdos metacientíficos. Para exemplificar um caso de Grau E<sup>+</sup> apresenta-se o extrato de texto [37], também retirado das orientações específicas da componente de Geologia.

[37] *Simulação de um vulcão, identificando os diferentes fatores que podem alterar o tipo de atividade vulcânica e a respetiva forma do cone vulcânico e problematizando as diferentes variáveis em jogo. Inflamando uma fita de magnésio implantada em dicromato de amónio, que se encontra contido num cadinho de porcelana, pode simular-se um vulcão. Parte-se de uma superfície plana e obtém-se um cone, havendo, portanto, uma manifestação da atividade geológica através de uma edificação. Pode analisar-se a forma do cone vulcânico, a cratera vulcânica, a parte superior da chaminé, o modo como as “cinzas” se dispersam, o cheiro resultante da “erupção” e determinar-se o tipo de “erupção”. O professor deve chamar a atenção para as analogias entre o modelo e o processo geológico, realçando, no entanto, as variáveis envolvidas e as diferentes escalas de tempo e de espaço em que ocorrem os fenómenos. Para esta atividade é necessário o seguinte material: cadinho de porcelana, canivete, dicromato de amónio, enxofre em pó, espátula, fita de magnésio, fósforos e tabuleiro metálico. (Geologia, orientações específicas, p. 60, UA253, grau E<sup>+</sup>).*

Está-se assim perante um programa em que na grande maioria das unidades de análise que contemplam relações entre conhecimentos científicos e metacientíficos, a sua presença não é acompanhada de qualquer justificação. Este é o caso dos Graus E<sup>-</sup> (50% das UA) em que essas relações são apresentadas e E<sup>++</sup> (38% das UA), em que são meramente referidas. Estes dois graus de enquadramento são exemplificados nos extratos de texto [38] e [39], que foram retirados das orientações específicas da componente de Geologia e das orientações gerais da componente de Biologia, respetivamente.

[38] *A época em que viveram os dinossauros pode ser determinada através de uma datação relativa ou de uma datação radiométrica das rochas onde se encontram os seus vestígios. Durante mais de 170 Ma estes seres viveram sobre o nosso planeta, tendo-se extinguido há cerca de 65 Ma. (Geologia, orientações específicas, p. 32, UA74, grau E<sup>-</sup>).*

[39] *Assim, no final do 11º ano, espera-se que os alunos se tenham apropriado dos conceitos fundamentais inerentes aos sistemas vivos que constituem, afinal, o objeto de estudo da Biologia; deseja-se que tenham reforçado algumas capacidades e competências próprias das ciências, em particular da Biologia, e tenham, também, construído um sistema de valores que lhes permita seleccionar e assumir, em liberdade, as atitudes que considerem mais relevantes para a sua própria vivência. (Biologia, orientações gerais, p. 66, UA3, grau E<sup>-</sup>).*

Na comparação entre as duas componentes há que ter em consideração a baixa expressão das relações entre conhecimentos científicos e metacientíficos na componente de Biologia e, por conseguinte, a baixa representatividade dos resultados obtidos relativamente ao grau de explicitação da intradisciplinaridade nesta componente conforme se pode verificar através da Figura 4.10. Apenas três unidades de análise contemplam este tipo de relações intradisciplinares, uma nas orientações gerais (UA3,

extrato de texto 39) e duas nas orientações específicas (UA131 e UA148, extratos de texto 31 e 29). Ao nível da componente de Geologia, o enquadramento das relações entre conhecimentos científicos e metacientíficos é mais forte, verificando-se uma expressão, ainda que baixa, dos casos em que a presença dessas relações está acompanhada de uma justificação. Esta é completa em 2% das unidades de análise e incompleta em 11% destas, o que, ainda assim, continua a evidenciar um fraco controlo do Ministério da Educação relativamente a este aspeto da construção da ciência.

Quando se consideram as orientações gerais e as orientações específicas em cada componente do programa, verifica-se que, enquanto que ao nível da Biologia, quando se passa dos princípios orientadores para a sua concretização, aumenta o grau de explicitação deste tipo de intradisciplinaridade, na componente de Geologia acontece o oposto. Na componente de Biologia, a única unidade das orientações gerais que foi objeto de análise relativamente a este parâmetro foi avaliada com o grau de enquadramento mais fraco (Grau E<sup>-</sup>). Nas orientações específicas, para além de uma unidade também correspondente a esse enquadramento mais fraco, foi avaliada outra com um grau de explicitação mais elevado (Grau E<sup>+</sup>). Na componente de Geologia, quando se passa das orientações gerais para as orientações específicas, a expressão das unidades de análise que contemplam uma justificação para a inclusão das relações entre ciência e metaciência, ainda que incompleta, passa de 20% para 10%. Para além disso, os dados da Figura 4.12 evidenciam que a expressão das unidades que, não só não incluem explicação alguma para a presença destas relações intradisciplinares como apenas as referem, aumenta de 20% para 38%. Estes resultados denunciam um enfraquecimento do enquadramento desse tipo de intradisciplinaridade, ou seja, uma diminuição do grau de explicitação das relações entre conhecimentos científicos e metacientíficos, quando se passa para a concretização dos princípios gerais do programa. Verifica-se assim que, quando se passa das intenções expressas nas orientações gerais para a sua operacionalização, o Ministério da Educação diminui o seu grau de controlo relativamente ao *o como* da metaciência na componente de Geologia. Acontece o inverso na Biologia, havendo no entanto que ter em consideração a baixa representatividade destes resultados ao nível dessa componente.

Foi ainda determinado o grau de explicitação da relação entre conhecimentos científicos e conhecimentos metacientíficos relativamente a cada indicador, nas orientações gerais e orientações específicas de cada componente do programa,

apresentando-se os respetivos resultados no Apêndice 2. Na componente de Biologia, devido à baixa expressão deste tipo de relações intradisciplinares estes resultados não são conclusivos. Na componente de Geologia verifica-se um grau de explicitação mais elevado ao nível das *Finalidades/Objetivos/Competências* e das *Orientações Metodológicas* nas orientações gerais e ao nível das *Atividades* e das *Orientações Metodológicas* nas orientações específicas.

Por conseguinte, neste programa são pouco explícitos, tanto para os professores como para os autores dos manuais, os conteúdos (conhecimentos e capacidades) metacientíficos a ser contemplados no ensino da Biologia e Geologia do 10.º ano, bem como as relações a estabelecer entre os conhecimentos científicos e metacientíficos, ou seja, a forma como estes devem ser transmitidos/adquiridos. Sublinha-se que este enquadramento fraco da metaciência no discurso pedagógico oficial do programa permite inferir que, no que se refere ao processo de transmissão-aquisição da construção da ciência, o Ministério da Educação tem, perante os professores, um baixo grau de controlo. Também aos autores dos manuais escolares, agentes de reprodução do discurso pedagógico oficial tal como os professores, o Ministério da Educação concede um espaço alargado de controlo relativamente à metaciência. Esta delegação nos agentes de reprodução do discurso pedagógico oficial de uma parte considerável do controlo sobre o texto relativo à construção da ciência que é tido como legítimo, pode conduzir à ocorrência de processos de recontextualização do programa com dimensão significativa. Esta ausência de orientações explícitas do discurso pedagógico oficial relativamente à inclusão da construção da ciência no ensino das ciências implica que, em contexto de sala de aula, a sua implementação dependa consideravelmente dos princípios ideológicos e pedagógicos dos professores relativamente à construção da ciência e dos manuais escolares em que se baseiam.

### **3. A CONSTRUÇÃO DA CIÊNCIA EM MANUAIS ESCOLARES DE BIOLOGIA E GEOLOGIA DO 10º ANO**

Em conformidade com a metodologia descrita no Capítulo 3 (ver ponto 4.2), consideraram-se os dois manuais mais seleccionados no ano letivo 2013/2014, tendo estes sido identificados como manual A e manual B. Em cada um considerou-se o corpo

do manual, parte de desenvolvimento de conteúdos, e os materiais destinados aos professores que lhe estão associados. Os dois manuais, tanto ao nível da parte de desenvolvimento de conteúdos como dos materiais dos professores, encontram-se divididos em cinco unidades no caso da componente de Biologia (Módulo inicial e Unidades I, II, III e IV) e em três temas no caso da componente de Geologia (Módulo inicial/Tema I, Tema II e Tema III), em conformidade com o programa. Essas secções dividem-se, ainda, em subtemas que correspondem igualmente aos do programa.

No corpo de ambos os manuais, cada tema/unidade integra uma introdução relativa à *Situação-problema* a partir da qual se processa o desenvolvimento dos conteúdos, propostas de atividades de trabalho prático e outras de caráter mais teórico, uma listagem de competências/capacidades a desenvolver pelos alunos nesse âmbito, uma secção de *Síntese* e fichas de avaliação.

Os materiais dos professores do manual A, em ambas as componentes (Biologia e Geologia) estão organizados em *Documentos de trabalho*, *Transparências* e respetivos *Guias de exploração*, *Mapas de conceitos*, *Guias do professor* e materiais interativos (atividades e conteúdos). Os *Documentos de trabalho* consistem num conjunto de documentos, indexados a cada unidade temática, com informação extra acerca de alguns dos conteúdos dessa unidade e sugestões de exploração. As *Transparências* destinam-se a ser projetadas nas aulas e vêm acompanhadas de um guião de exploração. Os *Mapas de conceitos* também estão indexados a cada unidade temática e não são acompanhados de qualquer explicação. Os *Guias do professor* vão surgindo ao longo do corpo principal do manual, com informação extra acerca dos conteúdos, orientações metodológicas, sugestões de exploração quer dos conteúdos, quer das atividades e com soluções dos exercícios propostos no manual ao nível das atividades e da autoavaliação. Os materiais interativos englobam informação adicional acerca dos conteúdos desenvolvidos no manual e sugestões de atividades, não vindo acompanhados de qualquer explicação em termos didáticos.

Os materiais dos professores do manual B, em ambas as componentes (Biologia e Geologia) estão organizados em documentos de *Informação adicional*, *Exercícios* e um conjunto de materiais interativos designados *Desenvolvimento de conteúdos* indexados a cada unidade temática. Os documentos de *Informação adicional*, contém informação adicional, como o próprio nome indica e textos para discussão, acompanhados de propostas de exploração, atividades laboratoriais sem qualquer

contextualização na maior parte dos casos e propostas de atividades de síntese. Os *Exercícios* consistem num conjunto de propostas de fichas de avaliação diagnóstica, formativa e sumativa. Os materiais interativos de *Desenvolvimento de conteúdos*, correspondem a informação adicional e exercícios com propriedades interativas. Nestes materiais, para além das propostas de exploração que acompanham alguns dos documentos de *Informação adicional* não se verificaram orientações direcionadas aos professores, pelo que nestes materiais não foi considerado o indicador orientações metodológicas.

Numa fase inicial, de acordo com os procedimentos metodológicos descritos no Capítulo III (Metodologia), cada manual, quer na parte de desenvolvimento de conteúdos (corpo do manual), quer nos materiais dos professores, foi totalmente dividido em unidades de análise, independentemente de contemplarem conteúdos relativos à construção da ciência ou não, tal como se procedeu relativamente ao programa. No caso do corpo dos manuais, foram consideradas como unidades de análise: cada Figura, cada atividade, cada exercício de autoavaliação, cada documento informativo, cada competência<sup>19</sup> e o desenvolvimento de cada subtema, ou de cada tema, quando este não está dividido em subtemas. No caso dos temas/subtemas, cada um deles correspondente a uma unidade de análise, foram ainda consideradas subunidades de análise, correspondentes às partes de cada unidade em que se verifica referência à construção da ciência. Nos materiais dos professores foram consideradas como unidades de análise: cada Figura, cada atividade, cada exercício de avaliação, cada transparência, cada mapa de conceitos e cada documento informativo/orientador<sup>20</sup>. As unidades de análise, à semelhança da forma como se procedeu no caso do programa, foram agrupadas em seis indicadores: atividades, *Temas/Conteúdos*, *Finalidades/Objetivos/Competências*, *Esquemas/Diagramas/Imagens*, *Orientações Metodológicas* e *Avaliação*.

---

<sup>19</sup> Em ambos os manuais, para cada tema/subtema, é indicado um conjunto de competências a desenvolver nesse âmbito. Estas foram consideradas individualmente, à semelhança do que foi feito com o programa, porque, tal como este, têm uma natureza orientadora.

<sup>20</sup> Nos materiais dos professores de ambos os manuais existem documentos informativos/orientadores que contemplam informação adicional acerca de determinados assuntos, orientações de carácter pedagógico para os professores, soluções de exercícios, em simultâneo ou separadamente. No caso do manual A, são os *Documentos de trabalho* e os *Guias do professor* e, no caso do manual B, são os documentos *Desenvolvimento de conteúdos* e *Informação adicional*.

Cada uma dessas unidades, previamente associada ao respectivo indicador e caracterizada quanto à presença de conhecimentos e/ou capacidades metacientíficos foi então analisada em termos de *o que* e de *o como* do discurso pedagógico de reprodução veiculado no respectivo manual de Biologia e Geologia do 10º ano. Tal como se fez relativamente ao programa, no âmbito da análise de *o que* apresentam-se os resultados relativos à caracterização da natureza e da complexidade dos conhecimentos e das capacidades relacionados com a construção da ciência. No que se refere ao *o como*, apresenta-se a análise realizada ao nível da relação professor/aluno, no contexto de ensino/aprendizagem, e ao nível da relação autor de manuais escolares/professores. Ao nível da relação professor/aluno, a análise de *o como* incidiu nas relações entre discursos, neste caso entre conhecimentos metacientíficos e científicos e, ao nível da relação autor de manuais/professor, a análise incidiu no grau de explicitação de *o que* e de *o como* que consta do discurso pedagógico de reprodução dos manuais. Este último parâmetro da análise apenas foi considerado nos materiais destinados aos professores que se encontram associados a cada manual.

Os resultados destas análises, apresentados no Apêndice 3, estão organizados de acordo com a composição – corpo do manual e materiais dos professores - de cada componente (Biologia e Geologia).

### **3.1. Distribuição relativa dos conhecimentos e das capacidades metacientíficos**

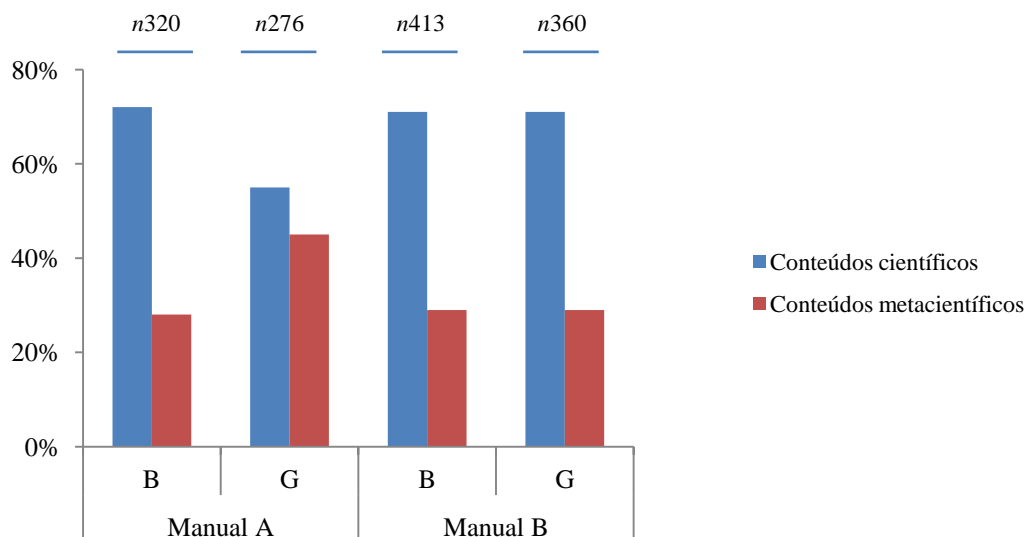
Tal como referido, na primeira etapa do estudo dos manuais separaram-se as unidades de análise que contemplavam conteúdos metacientíficos (conhecimentos e capacidades)<sup>21</sup> das unidades em que estes não estavam presentes e que incluíam apenas conteúdos científicos. O gráfico da Figura 4.13 evidencia a frequência relativa desses dois grupos de unidades de análise em cada uma das partes (corpo do manual e materiais dos professores) de cada componente, de cada manual, em conformidade com os resultados apresentados no Apêndice 3. Estes resultados mostram que a expressão da metaciência é claramente mais acentuada na componente de Geologia do manual A, tanto na parte destinada aos alunos como nos materiais dos professores, com 45% de

---

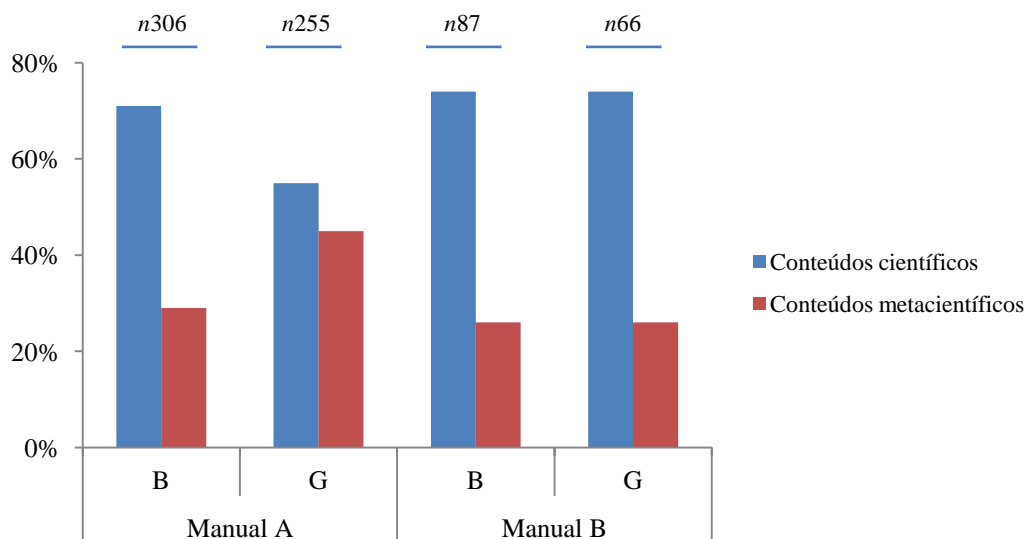
<sup>21</sup> Tal como no programa, cada unidade de análise pode contemplar apenas conhecimentos, apenas capacidades, ou ambos.

unidades de análise a contemplar a metaciência em ambas as partes. Nas restantes partes analisadas, componente de Biologia do manual A e as duas componentes do manual B, quer no corpo principal do manual, quer nos materiais dos professores, este tipo de conteúdos tem uma expressão muito próxima, com valores que se situam entre 26% e 29%.

#### *Corpo do manual*



#### *Materiais dos professores*



*Figura 4.13.* Frequência relativa das unidades de análise que contemplam conteúdos metacientíficos (conhecimentos e capacidades) no corpo e nos materiais dos professores de cada manual, nas componentes de Biologia (B) e Geologia (G) (n- número total de unidades de análise consideradas).

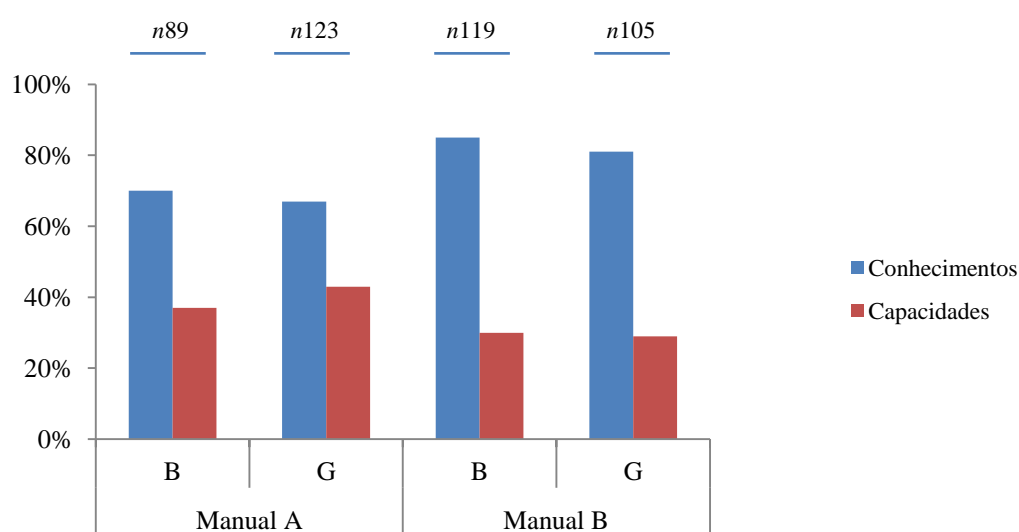
Destaca-se o facto de que nos materiais dos professores do manual B foi



considerado um número consideravelmente menor de unidades de análise atendendo à sua extensão, que é consideravelmente menor do que no caso dos materiais do manual A.

Os resultados do estudo da distribuição relativa dos conhecimentos metacientíficos e das capacidades metacientíficas, apresentados na Figura 4.14, revelam diferenças entre os dois manuais e, dentro destes, entre o corpo do manual e os materiais dos professores.

#### *Corpo do manual*



#### *Materiais dos professores*

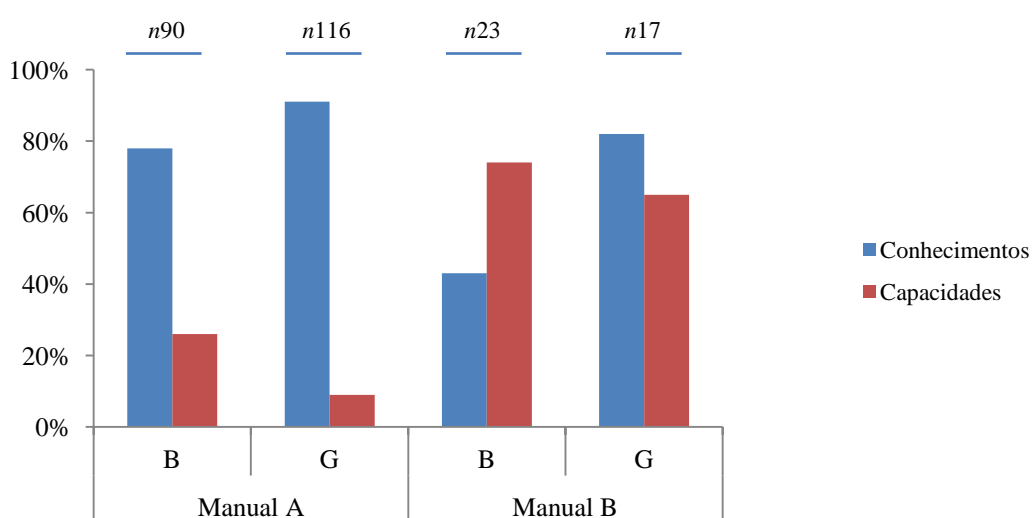


Figura 4.14. Frequência relativa das unidades de análise que contemplam conhecimentos e capacidades metacientíficos, no corpo e nos materiais dos professores de cada manual, nas componentes de Biologia (B) e Geologia (G) (n- número total de unidades de análise consideradas).

No que se refere à metaciência, à exceção dos materiais dos professores da componente de Biologia do manual B, são mais valorizados os conhecimentos do que as capacidades, assumindo estes uma expressão que vai desde os 67%, no corpo do manual A, ao nível da Geologia, até 91% nos materiais dos professores do mesmo manual, na mesma componente. Este é um cenário um pouco diferente do que se verifica no programa de Biologia e Geologia, em que, relativamente à construção da ciência, à exceção das orientações específicas da componente de Geologia, as capacidades têm uma expressão mais acentuada do que os conhecimentos. Esta diferença entre o programa e os manuais deve-se também ao facto de estes serem documentos com uma natureza diferente. No caso do programa, como se trata de um documento de natureza orientadora, que se deve constituir como um referencial de conteúdos a abordar em contexto de sala de aula, mas não o seu desenvolvimento, é natural que revele uma menor incidência em conhecimentos. No caso do corpo principal dos manuais, sendo estes documentos de desenvolvimento de conteúdos, é natural que integrem mais conhecimentos do que capacidades. Aliás, esta particularidade foi tida em consideração na delimitação das unidades de análise, tal como referido no início desta secção. Quanto aos materiais de apoio aos professores associados aos manuais, verifica-se que, apesar de se ter partido do pressuposto de que estes teriam uma natureza mais orientadora, a verdade é que também apostam mais nos conhecimentos do que nas capacidades. Por exemplo, a maior parte do conteúdo dos materiais dos professores do manual A diz respeito a informação científica adicional relacionada com as várias unidades temáticas e sua contextualização atual, incluindo conhecimentos relacionados com a construção da ciência. Parece assim haver, da parte dos autores deste manual, uma maior preocupação com a atualização científica dos professores, perfeitamente legítima, do que com indicações acerca de capacidades que os alunos devam desenvolver no âmbito quer da ciência, quer da metaciência, que é o foco desta investigação. No extrato de texto [40], retirado dos materiais dos professores do manual A, apresenta-se um exemplo de informação adicional fornecida aos professores que apenas contempla conhecimentos (científicos e metacientíficos), sem qualquer alusão a capacidades que os alunos devam desenvolver neste âmbito.

[40] *Guia do professor: Em 1983 as Nações Unidas criaram a Comissão Mundial para o Ambiente e Desenvolvimento, convidando a então primeira-ministra norueguesa, Gro Harlem Brundtland, para a presidir. Em 1987 é publicado o relatório “O Nosso Futuro Comum”, mais conhecido por “Relatório Brundtland”, onde se alertava para a necessidade da tomada de medidas no sentido da adoção de um modelo de desenvolvimento económico sem a degradação e esgotamento dos recursos naturais. É a partir deste relatório que nasce o conceito de desenvolvimento sustentável. No relatório Brundtland é*

---

*ainda enfatizada a urgência na distribuição equitativa dos recursos e na ajuda e no estabelecimento de parcerias no desenvolvimento e uso da tecnologia.* (Manual A, Biologia, materiais dos professores, Guia do Professor 61, UA237).

Quanto aos materiais dos professores do manual B, está-se perante um universo de análise muito mais pequeno do que o dos materiais do manual A, o que coloca reservas a qualquer comparação que se faça a esse nível. Não obstante, é de salientar que estes materiais do manual B têm uma maior proporção de exercícios do que de informação científica, o que justifica, em parte, o facto de contemplarem maior percentagem de capacidades do que os materiais do manual A. Aliás, ao nível da Biologia, os materiais do manual B contrariam a tendência geral verificada nesta análise, já que esta é a única parte em que se valorizam mais as capacidades (74% das unidades de análise) do que os conhecimentos (43% das unidades de análise) relativos à construção da ciência.

Comparando cada componente - Biologia e Geologia - de cada manual, verifica-se que, ao nível da parte de desenvolvimento de conteúdos, são pouco acentuadas as diferenças relativas à distribuição relativa dos conhecimentos e das capacidades referentes à construção da ciência. Por exemplo, no manual A os resultados obtidos para a componente de Biologia – 70% e 37% de unidades de análise referentes a conhecimentos e a capacidades, respetivamente - são próximos dos verificados na componente de Geologia - 68% e 43 % de unidades de análise referentes a conhecimentos e a capacidades, respetivamente. No manual B as diferenças entre o corpo principal das duas componentes também não são muito acentuadas (85% e 81% de unidades de análise referentes a conhecimentos nas componentes de Biologia e Geologia, respetivamente). Quanto aos materiais dos professores, já se verificam diferenças mais acentuadas consoante se trata da Biologia ou da Geologia, sobretudo no manual B, em que, conforme foi referido, ao nível da Biologia os conhecimentos metacientíficos são menos valorizados do que as capacidades metacientíficas, assumindo uma expressão que se traduz em 43% das unidades de análise relativas à construção da ciência, enquanto que as capacidades metacientíficas são contempladas em 74% dessas unidades de análise.

### 3.2. Natureza dos conteúdos (conhecimentos e capacidades) metacientíficos

No âmbito da análise de *o que* do discurso pedagógico de reprodução dos manuais, procedeu-se também à análise da natureza dos conhecimentos e das capacidades relacionados com a construção da ciência, apresentando-se nesta secção os respetivos resultados (ver Apêndice 3). Assim, tal como se procedeu ao nível do programa, em cada unidade de análise que contempla conhecimentos e/ou capacidades metacientíficos, identificou-se a dimensão, ou dimensões, da construção da ciência de acordo com Ziman (1984) com a qual se relacionam. Também nos manuais se verificou que uma percentagem considerável das unidades de análise, tanto ao nível dos conhecimentos como das capacidades, se relaciona com mais do que uma dimensão da construção da ciência, sobretudo ao nível dos temas/subtemas, correspondentes às partes de desenvolvimento de conteúdos. Cada subtema, ou cada tema que não se encontra dividido em subtemas, foi considerado uma unidade de análise. No âmbito de cada uma dessas unidades foram consideradas subunidades de análise, correspondentes às partes em que se verifica referência à construção da ciência. Nos casos em que apenas se verificava uma referência em cada tema ou em cada subtema, a subunidade foi considerada equivalente à unidade. Por exemplo, o subtema *1.1 Coordenação nervosa* (p. 150 a 156), do corpo do manual A (componente de Biologia), correspondente a uma unidade de análise (UA262), contempla apenas uma subunidade que se considera, assim, equivalente à unidade de análise. Esta integra conhecimentos relacionados com a dimensão filosófica da ciência.

Na avaliação global da natureza dos conteúdos metacientíficos (conhecimentos e capacidades) incluídos em cada uma dessas unidades de análise considerou-se o somatório das várias dimensões da construção da ciência consideradas em cada subunidade. Por exemplo, o subtema *2.1. Unidade estrutural e funcional* (p. 30 a 35), do corpo do manual B (componente de Biologia), correspondente a uma unidade de análise (UA64), contempla duas subunidades (SubUA1 e SubUA2). Estas integram conhecimentos relacionados com a dimensão sociológica externa (SubUA1) e filosófica (SubUA2). Assim, foi considerado que a UA64 contemplava conhecimentos metacientíficos relacionados com duas dimensões da construção da ciência, as dimensões filosófica e sociológica externa.

Por exemplo, o subtema *2.1. Unidade estrutural e funcional* (p. 30 a 35), do corpo do manual B (componente de Biologia), corresponde a uma unidade de análise (UA64), no âmbito da qual foram consideradas duas subunidades (SubUA1 e SubUA2). Estas integram conhecimentos relacionados com a dimensão sociológica externa (SubUA1) e filosófica (SubUA2). Assim, foi considerado que a UA64 contempla conhecimentos metacientíficos relacionados com essas duas dimensões da construção da ciência.

### **3.2.1. Natureza dos conhecimentos metacientíficos**

Os resultados da análise da natureza dos conhecimentos metacientíficos ao nível dos dois manuais, apresentados em termos de frequências relativas das dimensões da construção da ciência na componente metacientífica referente aos conhecimentos, encontram-se expressos no gráfico da Figura 4.15 e têm em conta os resultados apresentados no Apêndice 3. Estes resultados permitem verificar que nos dois manuais, quer na parte de desenvolvimento de conteúdos (Corpo principal do manual), quer nos materiais dos professores, de ambas as componentes (Biologia e Geologia), se destaca a dimensão filosófica como a que tem maior expressão, a dimensão sociológica externa como a segunda mais representada e a dimensão histórica em terceiro lugar em termos de representatividade. As dimensões sociológica interna e psicológica são as menos valorizadas, não se verificando mesmo qualquer alusão a esta última dimensão da construção da ciência no manual B. Estes resultados vão ao encontro dos dados obtidos ao nível do programa para este parâmetro de análise (ver ponto 1.1 deste capítulo), parecendo, assim, que tanto ao nível deste, como dos manuais escolares, as relações que se estabelecem no seio da comunidade científica e as características psicológicas dos cientistas, enquanto fatores determinantes do processo de construção da ciência, são pouco valorizadas.

Não obstante estas semelhanças em termos de importância atribuída a cada uma das dimensões da construção da ciência ao nível dos conhecimentos, os dados da Figura 4.15 mostram algumas diferenças entre as várias partes que constituem ambos os manuais.

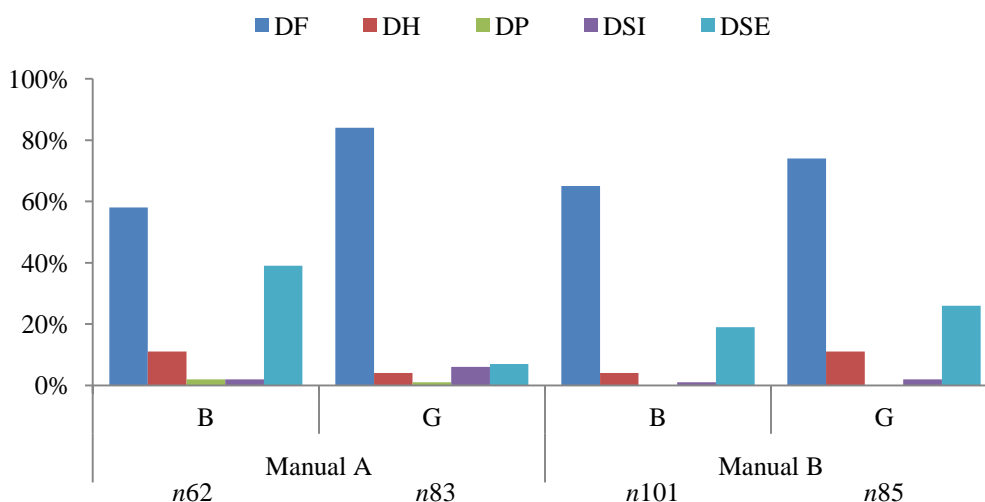
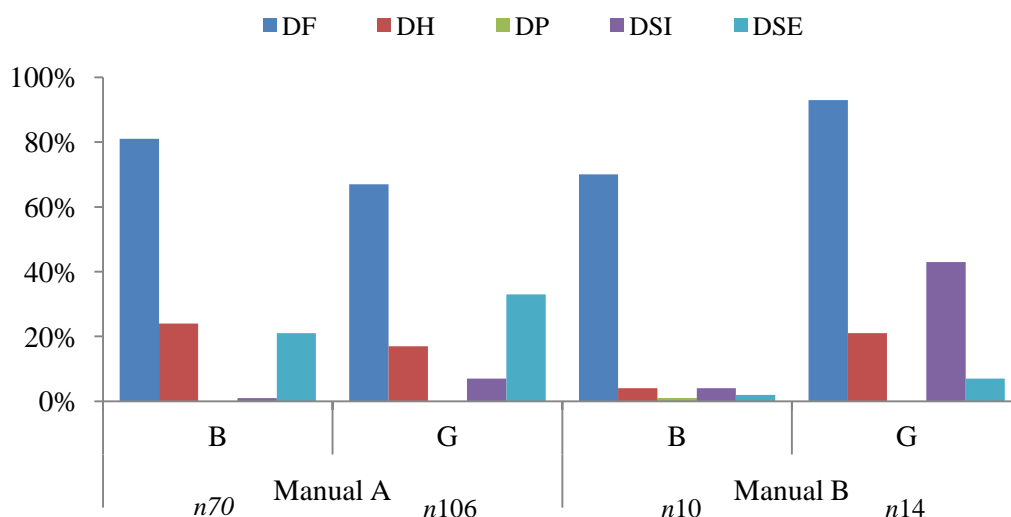
*Corpo principal do manual**Materiais dos professores*

Figura 4.15. Frequência relativa das unidades de análise que contemplam as várias dimensões da construção da ciência (Ziman, 1984) na componente metacientífica referente aos conhecimentos, no corpo e nos materiais dos professores de cada manual, nas componentes de Biologia (B) e Geologia (G) (n- número total de unidades de análise consideradas).

Centrando a análise na parte de desenvolvimento de conteúdos (corpo dos manuais), verificam-se diferenças relativas à expressão das várias dimensões da construção da ciência entre os dois manuais e, em cada um deles, entre as suas duas componentes (Biologia e Geologia). Por exemplo, no que se refere às metodologias da ciência (dimensão filosófica), apesar do destaque que esta dimensão da construção da ciência assume em ambos os manuais, quer se trate da Biologia ou da Geologia,

verificam-se diferenças entre estas duas componentes tanto no manual A como no B. Em ambos, quando se passa da Biologia para a Geologia, a dimensão filosófica assume um destaque ainda maior, o que acontece de forma ainda mais acentuada no manual A. Neste, a prevalência da dimensão filosófica é consideravelmente mais acentuada na componente de Geologia, em que as metodologias da ciência são contempladas em 84% das unidades de análise, enquanto que na componente de Biologia essa expressão corresponde a 58%. A título de exemplo, apresentam-se, nos extratos de texto [2-41], [3-42] e [4-43], as 3 subunidades que integram uma mesma unidade de análise (UA26 – Subtema 2. *As rochas, arquivos que relatam a história da Terra*) da componente de Geologia (corpo principal do manual A), em que os conhecimentos metacientíficos identificados se relacionam apenas com a dimensão filosófica da ciência.

[41] *Com base em informações deste tipo, obtidas em diferentes locais da terra, foi possível admitir a existência de mobilidade e de colisões de continentes, tirar ilações sobre a profundidade dos mares e as condições físico-químicas das águas e ainda sobre o modo como ocorreu a sedimentação e, posteriormente, o dobramento e erosão das rochas.* (Manual A, Geologia, corpo do manual, p. 20, UA26, SubUA1, DF).

[42] *As rochas são geradas por processos naturais, desde épocas remotas e testemunham as condições em que se originaram. São “livros” cheios de informação cujas páginas os cientistas procuram ler e interpretar. Cada rocha tem, pois, uma história para contar.* (Manual A, Geologia, corpo do manual, p. 20, UA26, SubUA2, DF).

[43] *A caracterização e a identificação macroscópica de rochas é muitas vezes difícil, havendo necessidade de ensaios laboratoriais e de observação macroscópica.* (Manual A, Geologia, corpo do manual, p. 22, UA26, SubUA3, DF).

Curiosamente, no mesmo subtema do manual B<sup>22</sup>, que também corresponde a uma unidade de análise (UA48), não foram encontrados conhecimentos relacionados com a construção da ciência.

Ainda comparando as duas componentes do manual A, verifica-se que a expressão da dimensão sociológica externa aumenta consideravelmente, de 7% para 39% das unidades de análise, quando se passa da Geologia para a Biologia, que parece assim atribuir uma importância considerável às relações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade ao nível dos conhecimentos. No extrato de texto [5-44] exemplifica-se uma unidade de análise dessa componente do manual A, que integra conhecimentos relacionados com a sociologia externa da ciência.

[44] *Os conhecimentos, ainda precários, sobre hormonas vegetais têm uma aplicação direta na agricultura, como facilmente se compreende. [...] Esta revolução agrícola precisa de ser controlada.*

---

<sup>22</sup> Os dois manuais estão organizados nos mesmos temas e subtemas, que correspondem aos do programa.

*É preciso equacionar as vantagens e os riscos e valorizar uma prática agrícola com sentido ético.* (Manual A, Biologia, corpo do manual, p. 182, 183, UA304, DSE).

No que se refere à dimensão histórica, a terceira dimensão da construção da ciência em termos de representatividade, os resultados da Figura 4.15 evidenciam que no manual A a componente Biologia atribui mais importância à evolução histórica da ciência (11% de unidades de análise), do que a de Geologia (4% de unidades de análise), acontecendo o oposto no manual B. A título de exemplo, apresentam-se os extratos de texto [45], [46] e [47], correspondentes a três subunidades de uma mesma unidade de análise da componente de Biologia do manual A, que contemplam conhecimentos relacionados com a história da ciência.

[45] *Após a descoberta das auxinas, muitas outras hormonas vegetais foram descobertas e classificadas de acordo com os efeitos que causam nas plantas, pelo que, atualmente existem cinco importantes grupos de fitormonas: auxinas, giberelinas, citoquininas, ácido abscísico e etileno.* (Manual B, Biologia, corpo do manual, p. 229, UA395, SubUA2, DH).

[46] *No final da segunda metade do século XX, as giberelinas foram descobertas por cientistas japoneses que estudavam uma doença do arroz.* (Manual B, Biologia, corpo do manual, p. 232, UA395, SubUA4, DH).

[47] *Já desde 1913 que se sabia da existência de um agente químico que estimula a divisão celular em plantas, mas foi só em 1964 que investigadores isolaram a primeira citoquinina natural, em sementes de milho.* (Manual B, Biologia, corpo do manual, p. 232, UA395, SubUA6, DF, DH).

No extrato de texto [48] transcreve-se a parte do texto introdutório de uma atividade da componente de Geologia do manual A que também contempla conhecimentos relacionados com a história da ciência.

[48] [...] *Os valores apresentados por Lord Kevin foram criticados, nomeadamente por Thomas Chamberlain, que afirmou que nada provava que a Terra tivesse estado inicialmente no estado de fusão e, mais ainda, que não era de excluir a possibilidade de existirem diversas fontes de calor, como mais tarde, com a descoberta da radiatividade, no início do século XX, se veio a confirmar [...].* (Manual A, Geologia, corpo do manual, p. 34, UA54, DH).

Sublinha-se ainda o caso das dimensões psicológica e sociológica interna da ciência, as menos valorizadas nos dois manuais, relativamente às quais também podem ser assinaladas algumas diferenças entre o manual A e o manual B e, dentro destes, entre cada componente (Biologia e Geologia). Estas não constituem no entanto diferenças muito significativas, dada a baixa expressão dessas duas dimensões da construção da ciência em todas as partes analisadas. Por exemplo, no que se refere à dimensão psicológica, apenas foram encontrados conhecimentos em duas unidades de análise, ambas pertencentes ao manual A, uma na componente de Biologia e outra na componente de Geologia. Nos extratos de texto [49] e [50] são apresentadas as partes dessas duas unidades de análise que integram conhecimentos relativos às características



psicológicas dos cientistas. No caso do extrato de texto [50], a referência ao prestígio pessoal do cientista, entendido como fator de motivação do próprio que também foi determinante na persuasão da comunidade científica, contempla, simultaneamente, as dimensões psicológica e sociológica interna da ciência.

[49] *Leeuwenhoek, comerciante de tecidos, verificou a qualidade dos fios dos seus estofos com a ajuda de uma lupa. Pouco satisfeito com as suas observações, e sendo habilidoso, construiu pequenos “microscópios” para as melhorar. Curioso por natureza, observou (em 1677) uma grande variedade de organismos que designou por “animáculos”.* (Manual A, Biologia, corpo do manual, p. 23, UA37, SubUA1, DP).

[50] *O físico William Thomson (Lord Kelvin), um dos fundadores da termodinâmica, escorando-se em leis da física e no seu prestígio pessoal, impôs o resultado dos seus cálculos baseados na análise da dissipação do calor da Terra, inicialmente em fusão e posteriormente em arrefecimento.* (Manual A, Geologia, corpo do manual, p. 34, UA54, DP, DSI).

Quanto à dimensão sociológica interna, constata-se que a sua expressão é ainda mais baixa no manual B do que no A e que, em ambos os manuais, é na componente de Geologia (2% e 6% de unidades de análise nos manuais A e B, respetivamente) que se dá mais importância, ainda que pouca, à forma como as relações que se estabelecem dentro da comunidade científica influenciam a construção da ciência. No extrato de texto [51] transcreve-se a parte textual que acompanha uma Figura da componente de Geologia do manual A, em que são mencionados conhecimentos relacionados com a sociologia interna da ciência.

[51] *Em Portugal existem vestígios de dinossauros em vários pontos do país, que se distribuem ao longo de uma faixa entre Aveiro e o Cabo Espichel. A Lourinhã, por exemplo, é hoje conhecida nos meios científicos por possuir um dos maiores espólios de dinossauros da Europa. Pela Lourinhã têm passado os maiores paleontólogos nacionais e internacionais.* (Manual A, Geologia, corpo do manual, p.26, UA34, DSI).

Nos materiais dos professores associados aos dois manuais, foi encontrado um padrão de distribuição dos vários aspetos relacionados com a construção da ciência próximo do verificado nas partes de desenvolvimento de conteúdos e também do programa. Também a este nível se verifica uma prevalência acentuada da dimensão filosófica (73% das unidades de análise), sendo a sociologia externa e a história da ciência a segunda (28% das unidades de análise) e a terceira (20% das unidades de análise) dimensões da construção da ciência em termos de representatividade. Os extratos de texto [52] e [53] apresentam dois exemplos de unidades de análise retiradas dos materiais dos professores associados ao manual A e ao manual B que contemplam as dimensões filosófica e sociológica externa da ciência.

[52] *Realça-se aqui o carácter transitório dos conhecimentos, sobretudo o constante questionamento e confronto entre os modelos e novos dados. É através deste dinamismo reflexivo que o conhecimento*

*científico se vai construindo. Importa ainda realçar a profunda ligação com a tecnologia, neste caso o microscópio electrónico e todas as técnicas utilizadas para observar.* (Manual A, Biologia, materiais dos professores, Guia do professor 33, UA209, DF, DSE).

- [53] *A verdadeira causa da fermentação, porém, não era compreendida até ao século XIX. O cientista francês Louis Pasteur, enquanto estudava os problemas dos cervejeiros e vinicultores de França, encontrou um tipo de levedura que produzia bom vinho, mas um segundo tipo que o tornava azedo. Esta descoberta conduziu à teoria da origem de doenças de Pasteur.* (Manual B, Biologia, materiais dos professores, Informação adicional, UA60, DF, DSE, DH).

Não obstante as semelhanças em termos de padrão geral de distribuição relativa das várias dimensões da construção da ciência, os dados da Figura 4.15 evidenciam diferenças entre o desenvolvimento de conteúdos e os materiais dos professores dos dois manuais, relativamente à expressão das dimensões histórica e sociológica interna. Em ambos os manuais, à exceção da componente de Biologia do manual B, a evolução histórica da ciência é mais valorizada nos materiais dos professores do que na parte de desenvolvimento de conteúdos. Por exemplo, na componente de Biologia do manual A, quando se passa do corpo principal do manual para os materiais dos professores, a expressão da dimensão histórica aumenta de 11% para 24% de unidades de análise. O mesmo acontece nas componentes de Geologia dos dois manuais, em que a história da ciência aumenta a sua expressão de 4% para 17%, no primeiro e de 11% para 21% no segundo. O extrato de texto [54] diz respeito a um excerto de uma unidade de análise retirada dos materiais dos professores associados à componente de Geologia do manual A, que se relaciona com as dimensões filosófica e histórica da ciência.

- [54] *A extinção em massa de seres vivos, e em especial a dos dinossauros, sempre constituiu um assunto envolto em polémica. São inúmeras as teorias propostas para explicar essa extinção.* (Manual A, Geologia, materiais dos professores, documento de trabalho 4, UA103, DF, DH).

Quanto à sociologia interna da ciência, que, sendo uma dimensão da construção da ciência quase omissa nas restantes partes dos manuais e também no programa, não deixa de ser curioso que, nos materiais dos professores da componente de Geologia do manual B, revele uma expressão de 43% de unidades de análise. Transcreve-se, no extrato de texto [55], parte de uma unidade de análise dos materiais dos professores dessa componente, que evidencia conhecimentos relativos à forma como as relações que se estabelecem no seio da comunidade científica influenciam o processo de construção da ciência, bem como outros aspetos da construção da ciência (dimensões filosófica e histórica).

- [55] *Quando Wegener propôs a sua Teoria da Deriva Continental, a comunidade científica acreditava firmemente que os continentes ocupavam posições estáticas e permanentes. Não é de estranhar, consequentemente, que as suas propostas não tenham sido bem recebidas. A principal fraqueza da teoria de Wegener era a ausência de um mecanismo que permitisse explicar a movimentação das massas continentais através de distâncias tão longas. Wegener devotou o resto da sua vida à procura*

---

*de novas evidências que permitissem suportar a sua teoria, até que morreu em 1930 numa expedição à calote glaciária da Gronelândia.* (Manual B, Geologia, materiais dos professores, ficha de trabalho, UA31, DF, DH, DSI).

Comparando as componentes de Biologia e Geologia dos materiais dos professores (Figura 4.15), verifica-se que no manual A, quando se passa da Biologia para a Geologia, aumenta a importância atribuída à sociologia interna e externa da ciência e diminui a expressão da filosofia da ciência. No manual B as diferenças entre as duas componentes são mais acentuadas, verificando-se que a componente de Geologia, não obstante a acentuada prevalência da dimensão filosófica, revela maior representatividade das várias dimensões da construção da ciência, à exceção da dimensão psicológica que não é contemplada em ambas as componentes.

Foi ainda analisada a distribuição dos conhecimentos metacientíficos referentes às diferentes dimensões da construção da ciência relativamente a cada indicador, em cada uma das componentes de cada manual, considerando a parte de desenvolvimento de conteúdos e os materiais dos professores (Apêndice 3). No corpo principal dos dois manuais, é nos *Temas/Conteúdos* da Biologia no manual A e em ambas as componentes do manual B, bem como nas *Atividades* da Geologia que são visados mais aspetos relacionados com a construção da ciência. Quanto aos materiais dos professores, é ao nível dos *Temas/Conteúdos* e das *Orientações metodológicas* de ambas as componentes do manual A e nos *Temas/Conteúdos* de ambas as componentes do manual B que são abordadas mais dimensões da construção da ciência.

### **3.2.2. Natureza das capacidades metacientíficas**

A análise da natureza das capacidades metacientíficas ao nível dos dois manuais permitiu obter os resultados apresentados na Figura 4.16. Estes encontram-se expressos em termos de frequências relativas das dimensões da construção da ciência na componente metacientífica referente às capacidades, considerando a parte de desenvolvimento de conteúdos e os materiais de apoio aos professores. Esta análise evidencia uma menor diversidade de aspetos relativos à metaciência do que a que se verificava ao nível dos conhecimentos, tanto no corpo principal como nos materiais dos professores de ambos os manuais. No manual A, é ao nível do desenvolvimento de conteúdos que as capacidades contemplam uma maior diversidade de dimensões da

construção da ciência, sobretudo na componente de Geologia. No manual B acontece o oposto, sendo ao nível dos materiais dos professores que as capacidades visam mais aspetos relativos à metaciência. Os extratos de texto [56], [57], [58] e [59] correspondem a unidades de análise da componente de Geologia do manual A (corpo principal), parte em que se verificou uma maior riqueza em aspetos da construção da ciência ao nível das capacidades.

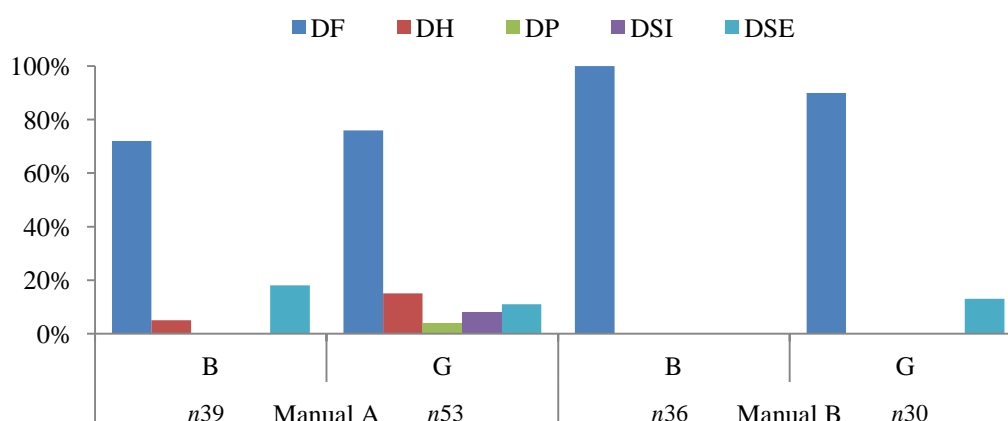
[56] *Identifica, na História da ciência, as controvérsias, os percursos sinuosos, os retrocessos e a resistência à mudança.* (Manual A, Geologia, corpo do manual, p. 106, UA159, DF, DH).

[57] *Localiza o contexto histórico e sociocultural em que surge o conhecimento (contexto-descoberta).* (Manual A, Geologia, corpo do manual, p. 55, UA83, DH).

[58] *Encara a atividade científica como uma atividade humana e coletiva.* (Manual A, Geologia, corpo do manual, p. 55, UA85, DP, DSI).

[59] *Associa Ciência e Tecnologia como duas realidades atuantes que se potenciam mutuamente.* (Manual A, Geologia, corpo do manual, p. 106, UA160, DSE).

#### Corpo do manual



#### Materiais dos professores

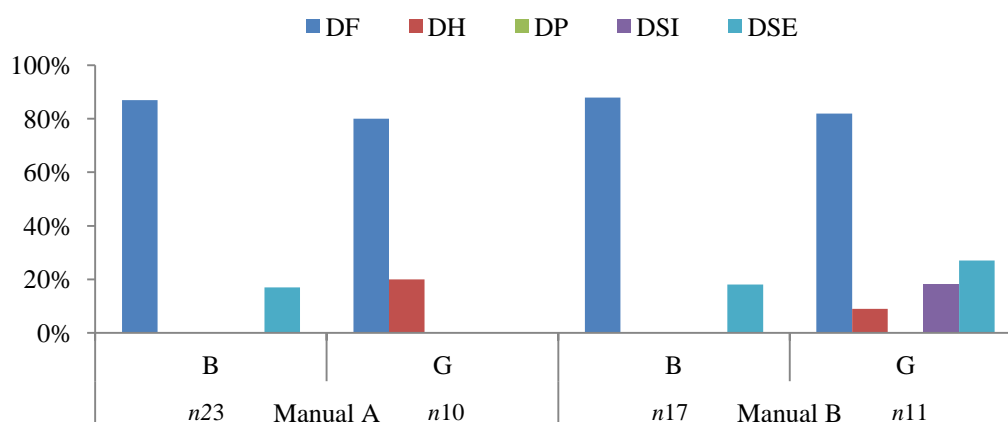


Figura 4.16. Frequência relativa das unidades de análise que contemplam as várias dimensões da construção da ciência (Ziman, 1984) na componente metacientífica referente às capacidades metacientíficas no corpo e nos materiais dos professores de cada manual, nas componentes de Biologia (B) e Geologia (G) (n- número total de unidades de análise consideradas).

Nesta análise também se destaca a prevalência da dimensão filosófica, ainda mais acentuada do que ao nível dos conhecimentos, sobretudo no desenvolvimento de conteúdos do manual B, em que as metodologias da ciência (dimensão filosófica) são contempladas em 100% e 90% das unidades de análise metacientíficas, nas componentes de Biologia e de Geologia, respetivamente. Nos extratos de texto [60] e [61] são apresentados dois exemplos de capacidades relacionadas com as metodologias da ciência que constam do manual B.

[60] *Atividade laboratorial*

*Material: microscópio ótico, preparações definitivas de raízes, caules e folhas de monocotiledóneas e dicotiledóneas, lápis, borracha e folhas de desenho.*

*Procedimento: 1. Observe ao microscópio as preparações definitivas indicadas; 2. Desenhe as suas observações; 3. Com a ajuda do professor, localize os tecidos condutores nos diferentes órgãos vegetais.*

*Discussão: 1. O que pode concluir acerca da localização dos tecidos condutores nas plantas observadas? (Manual B, Biologia, corpo do manual, p. 113, UA212, DF)*

[61] *Caracterizar a Geologia através da identificação dos métodos de investigação próprios e dos seus princípios básicos de raciocínio; Reconhecer a importância das controvérsias e mudanças conceptuais na construção do conhecimento geológico, na perspectiva de que a ciência não deve ser encarada como um acumular gradual e linear de conhecimentos. (Manual B, Geologia, corpo do manual, p. 6, UA16, DF).*

Estes valores da expressão das metodologias da ciência no corpo do manual B descem ligeiramente, quando se passa para os materiais dos professores (88% e 82% nas componentes de Biologia e de Geologia, respetivamente). No manual A, em que a dimensão filosófica não tem uma prevalência tão acentuada no desenvolvimento de conteúdos (72% e 76% nas componentes de Biologia e de Geologia, respetivamente), verifica-se um aumento dessa expressão quando se passa para os materiais dos professores. Nos extratos de texto [62] e [63] transcrevem-se duas unidades de análise do corpo principal e dos materiais dos professores do manual A, que contemplam capacidades relacionadas com as metodologias da ciência.

[62] *Interpreta a hipótese do fluxo de massa como possível explicação do movimento da seiva floémica. (Manual A, Biologia, corpo do manual, p. 119, UA196, DF).*

[63] *O transporte transmembranar é um assunto com uma forte componente físico-química e relativamente ao qual os alunos apresentam, por vezes, dificuldades. Por esta razão o trabalho laboratorial reveste-se de grande importância. Sugere-se que, depois de realizado o trabalho em células vegetais, os alunos planifiquem um trabalho do mesmo tipo em células animais, por exemplo, hemácias.*

*Os conceitos aqui apresentados são fundamentais para a compreensão do transporte de água nas plantas e nos processos de osmorregulação nos animais, daí que haja todo o interesse em ultrapassar dificuldades. (Manual A, Biologia, materiais dos professores, guia do professor 35, UA211, DF).*

Em ambos os manuais, tanto no corpo principal como nos materiais dos professores, à exceção do que se verifica na componente de Geologia do manual A, a

dimensão sociológica externa é a segunda mais contemplada ao nível das capacidades metacientíficas mas, mesmo assim, com uma expressão baixa. Para exemplificar capacidades relacionadas com a dimensão sociológica externa identificadas nesta análise, apresentam-se os extratos de texto [64] e [65], correspondentes a duas unidades de análise do manual A.

[64] *Valoriza avanços científicos e tecnológicos aplicados no campo do diagnóstico e no campo da cirurgia relativamente ao sistema cardiovascular.* (Manual A, Biologia, corpo do manual, p. 119, UA201, DSE).

[65] *Um modo interessante e simultaneamente útil do ponto de vista cultural consistirá em envolver o mais possível os alunos no contexto social da sua região, sobretudo em zonas onde o fabrico do pão, do queijo e do vinho assumem grande relevância. Sugere-se que de acordo com as situações se projetem e promovam trabalhos que permitam relacionar os conhecimentos biológicos com o quotidiano.* (Manual A, Biologia, materiais dos professores, guia do professor 90, UA266, DSE).

As restantes dimensões da construção da ciência (dimensões histórica, psicológica e sociológica interna) têm uma expressão ainda mais baixa ao nível das capacidades, sendo mesmo omissas em algumas das partes dos dois manuais. Por exemplo, na parte de desenvolvimento de conteúdos do manual B, não foi encontrada qualquer capacidade relacionada com a dimensão histórica e, nos materiais dos professores de ambos os manuais, apenas surgem capacidades relativas a esta vertente da construção da ciência numa proposta de atividade da componente de Geologia. Esta atividade consiste numa ficha de trabalho que tem um texto introdutório acerca da Teoria da deriva continental, ao qual se segue um grupo de questões orientadoras da discussão acerca do texto, que se transcrevem no extrato de texto [66].

[66] *Questões:*

1. *Explique os argumentos apresentados por Wegener que o apoiavam na defesa da Teoria da Deriva Continental.*
2. *Por que razões a sua teoria não foi aceite pela comunidade científica?*
3. *Qual a principal diferença entre a Teoria da Deriva Continental e a Teoria da Tectónica de Placas?*
4. *De que forma a Teoria da Tectónica de Placas foi aceite pela comunidade científica?* (Manual B, Geologia, materiais dos professores, exercícios para imprimir, UA31, DF, DH, DSI)

Estes resultados vêm reforçar a ideia de que há uma tendência, comum ao programa e aos manuais, no sentido de atribuir menos importância aos aspetos da construção da ciência que não tenham a ver com as suas metodologias (dimensão filosófica). Esta tendência verifica-se ao nível dos conhecimentos e acentua-se ainda mais quando se passa destes para as capacidades. Isto leva a colocar a hipótese de que é mais fácil fazer referências a conhecimentos metacientíficos do que operacionalizá-los em capacidades. Nos manuais, tal como foi referido a propósito do programa (ver ponto 1.1 deste capítulo), a maior parte das capacidades contempladas a este nível são de

natureza investigativa, situando-se no domínio da dimensão filosófica da ciência. Ficam assim pouco valorizadas as capacidades a desenvolver relativamente à evolução histórica da ciência, à sua sociologia (interna e externa) e às particularidades do carácter dos cientistas que influenciam a construção da ciência.

Quanto à frequência relativa das capacidades metacientíficas referentes às diferentes dimensões da construção da ciência por indicador, a análise realizada permitiu obter os resultados que constam do Apêndice 3. Nas partes de desenvolvimento de conteúdos dos dois manuais encontra-se um padrão diferente do que se verifica com os conhecimentos metacientíficos. No manual A, as capacidades metacientíficas distribuem-se por todos os indicadores na componente de Biologia e por todos à exceção dos *Esquemas/Diagramas/Imagens* na componente de Geologia. Em ambas as componentes é ao nível das *Finalidades/Objetivos/Competências* que é contemplada uma maior variedade de dimensões da construção da ciência. No manual B, em que a construção da ciência se restringe à dimensão filosófica na componente de Biologia e às dimensões filosófica e sociológica externa na componente de Geologia, estes resultados assumem pouca relevância.

No que se refere aos materiais dos professores, em que, ao nível das capacidades, se verifica uma menor diversidade de aspetos relativos à construção da ciência, é nas *Orientações metodológicas* dos materiais do manual A e nos *Temas/Conteúdos* dos materiais do manual B que a variedade de dimensões da construção da ciência é maior.

### **3.3. Grau de complexidade dos conteúdos (conhecimentos e capacidades) metacientíficos**

O grau de complexidade dos conteúdos metacientíficos foi analisado ao nível dos conhecimentos e das capacidades relacionados com a construção da ciência contemplados no discurso pedagógico de reprodução dos dois manuais. Esta análise incidiu no corpo principal e nos materiais dos professores de cada uma das componentes (Biologia e Geologia) dos dois manuais. Tal como se procedeu relativamente ao programa, em cada unidade de análise, posteriormente à separação dos conteúdos metacientíficos em conhecimentos e capacidades e à determinação das dimensões da

construção da ciência com que estes se relacionavam, procedeu-se à averiguação do grau de conceptualização a que os conhecimentos e/ou capacidades relativos a cada dimensão da construção da ciência correspondiam.

Também tal como no programa, nos casos em que, numa mesma unidade de análise, e relativamente a uma mesma dimensão da construção da ciência (Ziman, 1984), estavam presentes conhecimentos com diferentes graus de complexidade, considerou-se a conceptualização que essa dimensão da construção da ciência assumia ao nível dos conhecimentos correspondente ao maior grau de complexidade verificado na unidade de análise em estudo. Recorreu-se ao mesmo procedimento relativamente às capacidades. Ao nível do desenvolvimento dos temas e subtemas, nos casos das unidades de análise que se encontram divididas em subunidades correspondentes às partes em que se verifica referência à construção da ciência, recorreu-se a um procedimento semelhante. Considerou-se que o grau de conceptualização que cada dimensão da construção da ciência assume nessa unidade de análise corresponde ao grau mais elevado verificado nas respetivas subunidades. Este procedimento foi considerado quer para os conhecimentos quer para as capacidades. Por exemplo, o subtema 3. *Sismologia* (p. 142 a 143), do corpo do manual A (componente de Geologia), correspondente a uma unidade de análise (UA205), contempla duas subunidades (SubUA1 e SubUA2). Esta unidade de análise integra conhecimentos relacionados com a dimensão filosófica e histórica na SubUA1 e filosófica na SubUA2. Em termos de conceptualização, as referências às metodologias da ciência foram avaliadas com os Graus 3 e 4 na SubUA1 e com o Grau 2 na SubUA2. A referência à história da ciência foi considerada correspondente ao Grau 2. Assim, foi considerado que a UA205 contemplava conhecimentos metacientíficos relacionados com as dimensões filosófica e histórica, com os graus de conceptualização 4 e 2, respetivamente.

Para esta análise, foram utilizados instrumentos de avaliação específicos para os conhecimentos e para as capacidades, semelhantes aos utilizados no programa, mas com as devidas adaptações em função do contexto da análise.



### 3.3.1. Grau de complexidade dos conhecimentos metacientíficos

Para a análise do grau de complexidade dos conhecimentos metacientíficos relativos a cada uma das dimensões da construção da ciência presentes nos manuais, recorreu-se a um instrumento de avaliação do grau de conceptualização dos conhecimentos, baseado no que se utilizou para o mesmo fim no programa (ver ponto 4.6.3 do capítulo da Metodologia). Este instrumento contém, para cada uma das dimensões da construção da ciência – filosófica, histórica, psicológica e sociológica (interna e externa) – descritores semelhantes aos do instrumento utilizado no programa, adaptados ao contexto de análise dos manuais. Para além disso, contempla os mesmos indicadores que o instrumento de análise do programa.

Foi assim considerada a frequência relativa dos graus de conceptualização de *o que* referente aos conhecimentos metacientíficos, na parte de desenvolvimento de conteúdos e nos materiais dos professores, em cada componente dos manuais A e B. Tal como se procedeu ao nível do programa, a frequência relativa dos graus de conceptualização de *o que* foi analisada na globalidade dos conhecimentos metacientíficos, independentemente da dimensão da construção da ciência que contemplavam e relativamente a cada dimensão da construção da ciência. Os resultados desta análise encontram-se expressos na Figura 4.17 e têm em conta os dados apresentados no Apêndice 3. Estes resultados permitem constatar que, à semelhança do que se verificou no programa, a maior parte dos conhecimentos metacientíficos contemplados em cada uma das partes de cada manual corresponde ao Grau 2 de conceptualização, ou seja, a conceitos simples com baixo grau de abstração, o que revela um baixo grau de complexidade. Nos extratos de texto [67] e [68], exemplificam-se dois casos de referência a conceitos simples, encontrados no manual A e no manual B

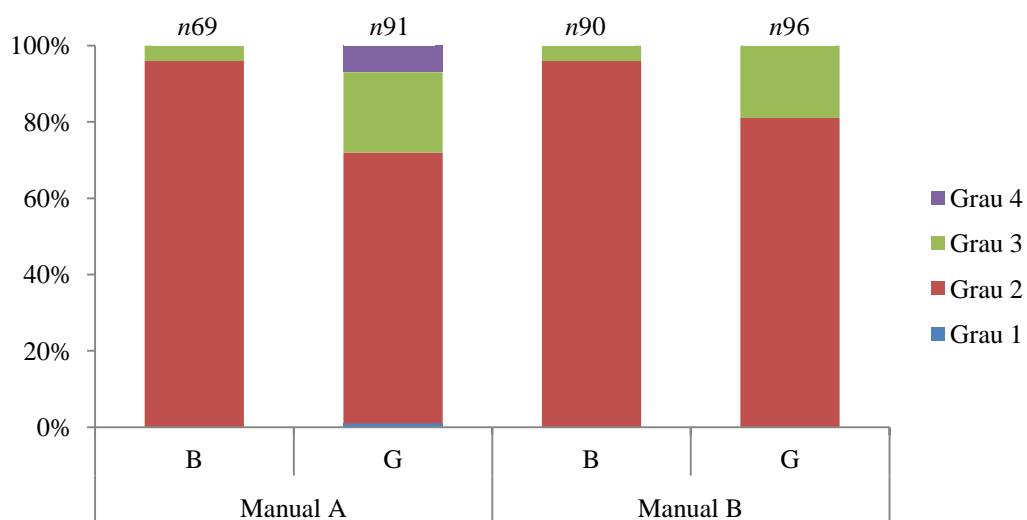
[67] *O estudo da vida estende-se desde a escala global do planeta à escala microscópica das células e das moléculas. Biólogos, físicos, químicos e outros investigadores participam nesta atividade interdisciplinar.* (Manual A, Biologia, corpo do manual, p. 12, UA25, DF, grau 2).

[68] *A Vulcanologia é o ramo das Ciências da Terra que estuda a formação, a distribuição e a classificação dos fenómenos vulcânicos.* (Manual B, Geologia, corpo do manual, p. 150, UA237, DF, grau 2).

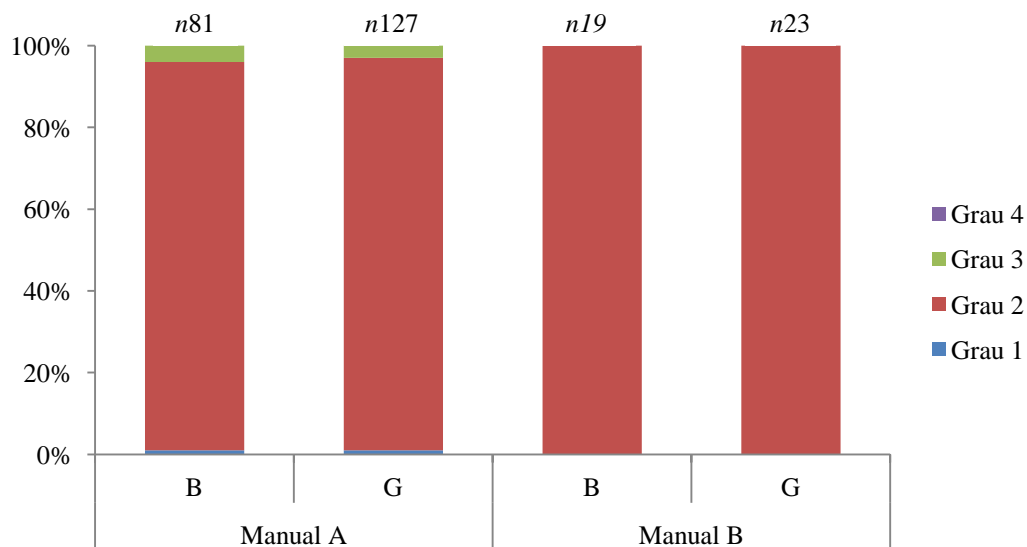
Outro dos aspetos que se destaca nesta análise é o facto de que, em ambos os manuais, o corpo principal manifesta um maior grau de conceptualização dos conhecimentos metacientíficos do que os materiais dos professores que lhe estão

associados. Não deixa assim de ser curioso que na parte de desenvolvimento de conteúdos, que se destina aos alunos, o grau de complexidade dos conhecimentos seja mais elevado do que nos materiais que constituem recursos de apoio aos professores nas suas práticas letivas.

#### *Corpo do manual*



#### *Materiais dos professores*



*Figura 4.17.* Frequência relativa dos graus de conceptualização dos conhecimentos metacientíficos no corpo e nos materiais dos professores de cada manual, nas componentes de Biologia (B) e Geologia (G) (n- número total de referências consideradas).

A título de exemplo, apresentam-se os extratos de texto [69] e [70] que dizem respeito a 2 referências a conhecimentos metacientíficos, ambas retiradas do manual A, uma da parte de desenvolvimento de conteúdos e a outra dos respetivos materiais dos

professores. Essas duas referências relacionam-se com o mesmo assunto (Evolução dos dinossauros) mas evidenciam diferentes graus de conceptualização, correspondendo a conceitos complexos (Grau 3) no caso do corpo principal do manual e a conceitos simples (Grau 2) nos materiais dos professores.

[69] *A discussão das causas da extinção dos dinossauros põe em evidência que, normalmente, para o mesmo fenómeno podem existir várias explicações. A polémica gerada em redor deste acontecimento tem tido a vantagem de estimular a pesquisa por parte dos intervenientes na discussão, de modo a encontrarem elementos que apoiem cada um dos pontos de vista que defendem, surgindo, assim, novas explicações.* (Manual A, Geologia, corpo do manual, UA65, SubUA5, p. 47, DF, grau 2, DSI, grau 3)

[70] *Doc. 2: A evolução dos dinossauros*

*O Mesozoico foi uma era de mudanças paleogeográficas permanentes. No início existia um continente único rodeado por um imenso oceano. Começaram, então, a formar-se os oceanos actuais, cujo nível foi variando ao longo de todo o Mesozoico. O clima também evoluiu. No Triásico é seco no centro da Pangeia e mais temperado na sua periferia. Durante o Jurássico torna-se globalmente húmido e a temperatura junto das regiões polares baixa. No Cretácico, o aumento da concentração de CO<sub>2</sub> conduz ao aumento do efeito de estufa e, conseqüentemente, a uma elevação de temperatura. No fim do Cretácico, a temperatura era mais elevada do que na atualidade e não havia neve nas regiões polares.*

*A extinção em massa de seres vivos, e em especial a dos dinossauros, sempre constituiu um assunto envolto em polémica. São inúmeras as teorias propostas para explicar essa extinção.* (Manual A, Geologia, materiais dos professores, Doc. 4, UA103, DF, grau 2).

De facto, nos materiais dos professores, a expressão dos conceitos complexos (Grau 3) é ainda menor do que na parte de desenvolvimento dos conteúdos (corpo principal), sendo mesmo nula ao nível do manual B, em que todos os conhecimentos metacientíficos correspondem a conceitos simples, com baixo grau de abstração. Nesta parte do manual B há no entanto que ter em consideração que o universo em estudo é consideravelmente menor do que nas outras partes analisadas, já que a expressão, tanto dos conhecimentos metacientíficos, como dos científicos, é acentuadamente mais baixa.

Um outro aspeto que sobressai desta análise é o facto de o manual A manifestar um maior grau de conceptualização dos conhecimentos metacientíficos do que o manual B, quer ao nível do desenvolvimento de conteúdos quer nos materiais dos professores. Os extratos de texto seguintes correspondem a dois exemplos de unidades de análise, do corpo principal e dos materiais dos professores do manual A, que contemplam referências a conceitos complexos (Grau 3) relacionados com a sociologia externa da ciência - [71] - e com as metodologias da ciência - [72].

[71] *As questões em aberto são objeto de uma investigação científica permanente que envolve recursos económicos enormes, só compatíveis com as economias dos chamados “países ricos”. Os Estados Unidos da América e a ex – União Soviética estiveram à frente da exploração espacial, sendo movidos não só por motivos científicos, mas também pela conquista de prestígio político e pela competição existente entre esses dois países durante o período da Guerra Fria.* (Manual A, Geologia, corpo do manual, p. 73, UA109, SubUA6, DSE, grau 3).

[72] *Na abordagem da origem do Sistema Solar realça-se a oportunidade que existe para compreender o papel das teorias e dos modelos em ciências, tendo em conta que as teorias são “as nossas melhores explicações sobre o mundo, num determinado tempo” (Praia, 2000). De acordo com Duschl (1997) elas são instrumentos úteis e devem valorizar-se na sua análise; • mecanismos que gerem mudanças; critérios para as classificar; • procedimentos para as avaliar; • pontos de vista de teorias rivais. A teoria nebular reformulada recebe o consenso da comunidade científica sobre as grandes etapas da formação do Sistema Solar, havendo, contudo, certos detalhes que não se enquadram. Realçar os contributos dados pelo avanço de novas tecnologias, que nos permitem observar a Terra do Espaço, bem como outros planetas, o que nos possibilitou um estudo comparado dos diferentes corpos. Os avanços técnicos permitiram também aos astrónomos a observação do nascimento de estrelas na nebulosa Órion. A existência de computadores cada vez mais potentes tem possibilitado testar os modelos e as hipóteses formuladas em tempos muito mais breves do que anteriormente. (Manual A, Geologia, materiais dos professores, Guia do professor 45, UA180, DF, graus 2, 3).*

Considerando cada manual, quando se comparam as duas componentes, verifica-se que, ao nível do desenvolvimento dos conteúdos, é claramente na componente de Geologia que o grau de conceptualização dos conhecimentos metacientíficos é mais elevado. De facto, quando se considera o corpo principal de cada manual, verifica-se que a percentagem de referências a conhecimentos complexos aumenta quando se passa da Biologia para a Geologia, tal como acontece no programa, que também manifesta uma maior conceptualização da metaciência ao nível da Geologia. Aliás, no manual A, é nesta componente que foram encontradas as únicas referências a conhecimentos metacientíficos correspondentes ao Grau 4 de conceptualização. No extrato de texto [73], apresenta-se um exemplo de uma dessas referências.

[73] *Neocatastrofismo – Esta nova teoria reconhece o uniformitarismo como o guia principal que permite entender os processos geológicos, mas não exclui que fenómenos catastróficos ocasionais tenham contribuído para eventuais alterações localizadas na superfície terrestre. Esta conceção procura interpretar os efeitos de alguns fenómenos catastróficos, como acontece com os impactos meteoríticos, baseando-se em dados geológicos. A explicação para o desaparecimento dos dinossauros, enquadrada nesta conceção neocatastrofista, terá mais significado sobre a existência dos seres vivos do que sobre os aspetos geológicos na sua globalidade. (Manual A, Geologia, corpo do manual, p. 49, UA65, SubUA3, DF, grau 4).*

Curiosamente, nesta componente também se verificou uma referência a conhecimentos metacientíficos de natureza factual correspondentes ao grau mais baixo de conceptualização (Grau 1), ainda que apenas em 1% das referências que corresponde a uma unidade de análise. Esta consiste numa Figura (p.41, UA63) em que se apresenta a fotografia de um grupo de pessoas a fazer escavações, sem que seja visível qualquer tipo de equipamentos ou de outros sinais relativos à natureza dessas escavações e cuja legenda é a seguinte: *Equipa de geólogos estudando o material rochoso*. Trata-se assim de um dado que resulta apenas da observação, pelo que foi considerado que a Figura

contempla conhecimento factual<sup>23</sup> acerca das metodologias da ciência.

No que se refere aos materiais dos professores de cada manual, torna-se pouco relevante comparar as componentes de Biologia e Geologia relativamente ao grau de complexidade dos conhecimentos metacientíficos, porque em ambas as componentes de cada manual a percentagem de conceitos simples ronda os 100%. Efetivamente, ao nível dos materiais dos professores, a expressão dos conceitos metacientíficos complexos (Grau 3) é nula no manual B e muito baixa no manual A. Essa expressão corresponde a 4% na componente de Biologia e a 3% na componente de Geologia, não sendo portanto uma diferença significativa. No extrato de texto [74], retirado dos materiais dos professores do manual A (componente de Geologia), apresenta-se um exemplo de uma referência a conceitos complexos relacionados com a dimensão sociológica externa.

[74] *A datação radiométrica é um assunto de natureza C/T/S. Na verdade, os isótopos radiativos têm inúmeras aplicações na sociedade e no caso da datação da Terra tipificam a forte relação entre a ciência e a tecnologia. Na medida em que se trata de um assunto com uma base teórica da física será uma interessante oportunidade para promover uma abordagem interdisciplinar com esta disciplina.* (Manual A, Geologia, materiais dos professores, Guia do professor 22, UA158, DSE, grau 3).

Foi considerada a distribuição dos graus de conceptualização de *o que* dos conhecimentos metacientíficos relativamente a cada dimensão da construção da ciência, em cada componente dos dois manuais. Os gráficos das Figuras 4.18 e 4.19 expressam os resultados dessa análise realizada ao nível do corpo dos manuais (Figura 4.18) e dos materiais dos professores (Figura 4.19).

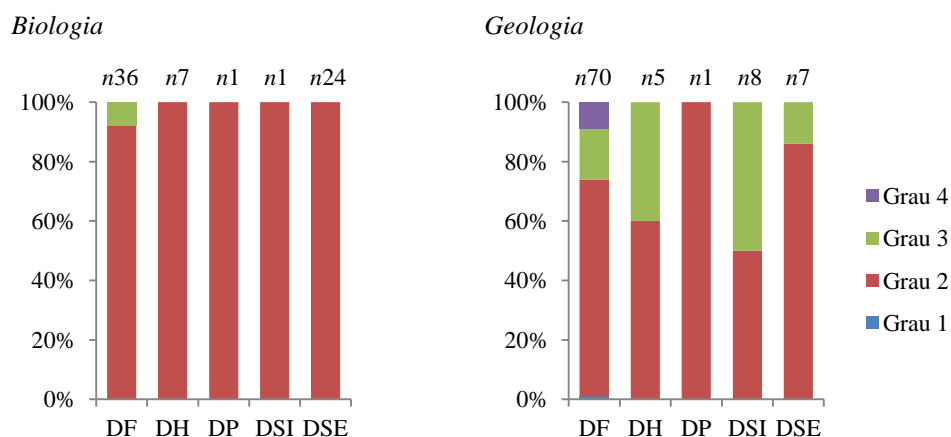
Os resultados apresentados na Figura 4.18 permitem constatar que na parte de desenvolvimento de conteúdos de ambos os manuais é ao nível das metodologias da ciência (dimensão filosófica – DF) que o grau de complexidade dos conhecimentos é mais elevado. Efetivamente, na componente de Biologia do manual A e em ambas as componentes do manual B, é claramente ao nível das metodologias da ciência (dimensão filosófica - DF), que se verifica maior grau de conceptualização dos conhecimentos metacientíficos. No que se refere aos restantes fatores que determinam a construção da ciência, a sua evolução histórica, as características psicológicas dos cientistas, as relações no âmbito da comunidade científica e as relações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade, apenas se verificam conhecimentos metacientíficos correspondentes a conceitos simples. Há no entanto que destacar o caso particular da

---

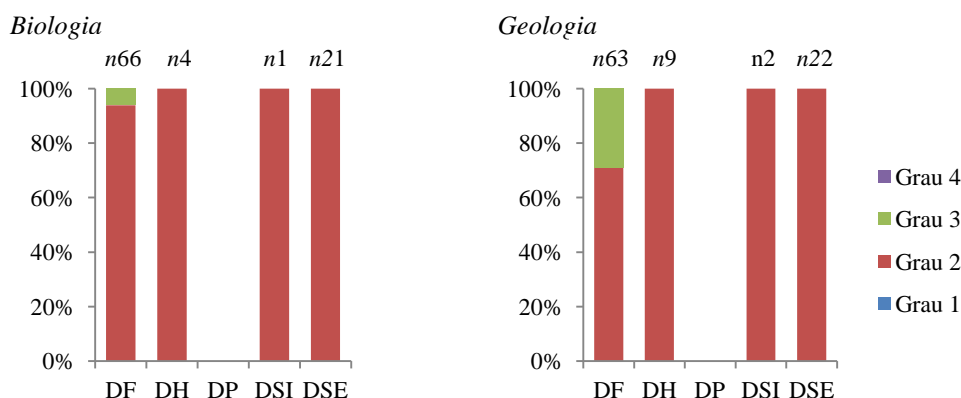
<sup>23</sup> Este conceito de conhecimento factual baseia-se na definição de facto proposta Brandwein, Watson e Blackwood. (1958, p.111), de acordo com a qual um facto é um “dado que resulta da observação”.

componente de Geologia do manual A, a única das partes analisadas ao nível do desenvolvimento de conteúdos em que foram encontrados conceitos complexos relativos a outras dimensões da construção da ciência (dimensões histórica, sociológica interna e sociológica externa) que não a filosófica.

#### *Corpo do manual A*



#### *Corpo do manual B*



*Figura 4.18.* Frequência relativa dos graus de conceptualização dos conhecimentos metacientíficos com referência a cada dimensão da construção da ciência, no corpo de cada manual, nas componentes de Biologia (B) e Geologia (G) (n- número total de referências consideradas).

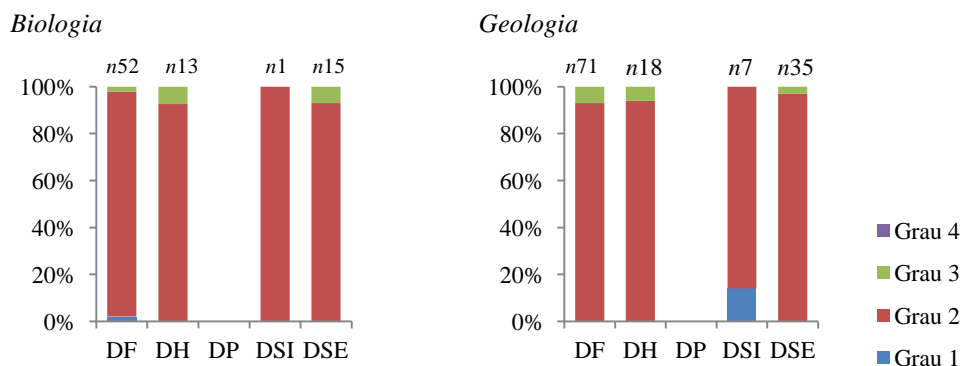
A título de exemplo, é de referir os extratos de texto [69] e [71] apresentados anteriormente, que dizem respeito a unidades de análise pertencentes ao corpo principal da componente de Geologia do manual A que contemplam conceitos complexos relacionados com as dimensões sociológica interna e sociológica externa. A este propósito apresenta-se ainda o extrato de texto [75], em que se transcreve uma subunidade de análise pertencente a essa mesma parte do manual A, que contempla conceitos complexos relativos à história da ciência.

[75] *Os robots Spirit e Opportunity encontraram inúmeros vestígios da existência de água ... encarar os problemas.* (Manual A, Geologia, corpo do manual, p. 81, UA120, SubUA1, DF, grau 2, DH, grau 3, DSE, grau 2).

No entanto, nesta componente de Geologia do manual A, à semelhança da tendência verificada nas restantes partes, o facto de o universo da análise ao nível da dimensão filosófica ser muito superior ao considerado para as outras dimensões relativiza estes resultados. Há que ter em consideração que o número total de referências considerado (n) relativamente às dimensões histórica (n=5), sociológica interna (n = 8) e sociológica externa (n = 7), é muito mais baixo do que o que corresponde à dimensão filosófica (n = 70). Por exemplo, no caso da sociologia externa da ciência, a expressão de 14% correspondente a conceitos complexos equivale apenas a uma referência.

Quanto aos materiais dos professores, como no manual B todos os conhecimentos metacientíficos correspondem a conceitos simples e portanto ao mesmo grau de conceptualização, independentemente da dimensão da construção da ciência com a qual se relacionam, esta análise foi realizada apenas no manual A, apresentando-se os respetivos resultados na Figura 4.19.

#### *Materiais dos professores do manual A*



#### *Materiais dos professores do manual B*

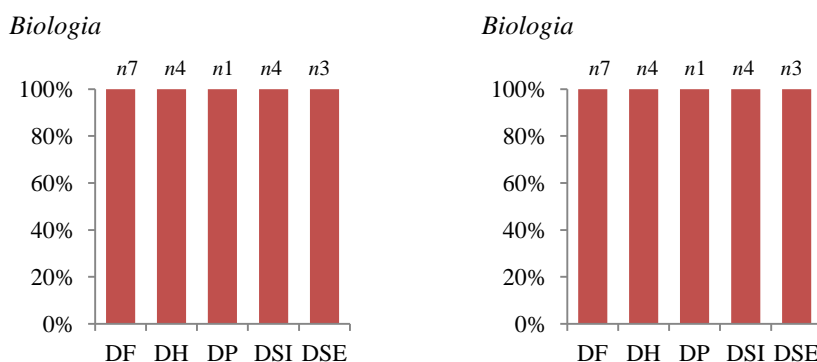


Figura 4.19. Frequência relativa dos graus de conceptualização dos conhecimentos metacientíficos com referência a cada dimensão da construção da ciência, nos materiais dos professores de cada manual, nas componentes de Biologia (B) e Geologia (G) (n- número total de referências consideradas).

Verificou-se que, nos materiais dos professores, o cenário em termos de conceptualização das várias dimensões da construção da ciência é diferente do verificado no corpo principal em ambos os manuais, em que a filosofia da ciência é a dimensão da construção da ciência mais conceptualizada. No manual B, tanto na componente de Biologia como na de Geologia, quando se passa do desenvolvimento de conteúdos para os materiais dos professores, as metodologias da ciência deixam de ser a dimensão da construção da ciência mais conceptualizada, passando a contemplar apenas conceitos simples (Grau 2), tal como as restantes dimensões da construção da ciência.

No que se refere à componente de Biologia do manual A, de acordo com os dados da Figura 4.19 poder-se-ia concluir que a filosofia da ciência deixa de ser a dimensão mais conceptualizada, passando esse estatuto a ser atribuído à história e à sociologia externa da ciência nos materiais dos professores. No entanto, há que ter em consideração que o baixo número de unidades de análise consideradas ao nível dessas dimensões comparativamente às consideradas ao nível da dimensão filosófica, é passível de retirar significado a esta conclusão. Efetivamente, as percentagens de 8% e de 7% de conceitos complexos ao nível dessas duas dimensões da construção da ciência correspondem, cada uma delas, apenas a uma referência. Já na componente de Geologia do manual A, as metodologias da ciência continuam a assumir uma maior conceptualização, mas com um destaque muito menos acentuado do que o que se verificou na parte de desenvolvimento de conteúdos. Sublinha-se ainda que, nos materiais dos professores, as duas referências a conhecimento factual (Grau 1) encontradas no manual A dizem respeito às metodologias da ciência (componente de Biologia) e à sociologia interna da ciência (componente de Geologia). Nos extratos de texto [76] e [77] transcrevem-se essas duas referências.

[76] *Preparação da suspensão de leveduras*

*Juntar 20 g de fermento de padeiro a 200 ml de água destilada. Fazer borbulhar, durante 12 horas, ar proveniente de um tubo ligado a uma bomba de aquário.*

*Deixar em repouso durante 12 horas.*

*Caso seja possível, pode substituir os termómetros por sensores de temperatura, o que permite uma leitura contínua da temperatura. (Manual A, Biologia, materiais dos professores, Guia do professor 84, UA260, DF, grau 1).*

[77] *Cerca de 150 milhões de anos depois, aquele local, agora conhecido como Paimogo (perto da Lourinhã), é muito diferente. Em 1993, era palco de atividades de prospeção paleontológica por Isabel Mateus, que já conhecia o aspeto das cascas de ovos de dinossauros. Isabel acabava de fazer a maior descoberta da sua vida: um ninho de ovos de dinossauro com ossos de embrião!*

*O cenário acima descrito é uma interpretação que a equipa de paleontólogos nacionais e estrangeiros sugere para o que aconteceu há cerca de 150 milhões de anos, em pleno Jurássico Superior, com base nos dados científicos obtidos pelo Museu da Lourinhã e a Universidade Nova de Lisboa, em colaboração com o Museu de História Natural de Paris, Universidade de Coimbra,*



---

*Colégio de França e Instituto Geológico e Mineiro. (Manual A, Geologia, materiais dos professores, Doc. 1, UA100, DSI, grau 1).*

Foi também considerada a distribuição dos graus de caracterização de *o que* dos conhecimentos metacientíficos relativamente a cada indicador, em ambas componentes (Biologia e Geologia) do corpo principal e dos materiais dos professores de cada manual, com referência a cada indicador, apresentando-se os resultados dessa análise no Apêndice 3. Estes permitiram constatar que, no manual A, é ao nível dos *Esquemas/Diagramas/Imagens* da componente de Biologia e dos *Temas/Conteúdos* da componente de Geologia que os conhecimentos metacientíficos revelam maior grau de conceptualização. Já no manual B, é ao nível das *Atividades* da componente de Biologia e da *Avaliação* da componente de Geologia, que os conhecimentos metacientíficos são mais conceptualizados.

Tal como aconteceu relativamente à análise da distribuição do grau de conceptualização dos conhecimentos metacientíficos por dimensão da construção da ciência, sendo todos os conhecimentos metacientíficos contemplados nos materiais do manual B correspondentes ao mesmo grau de conceptualização (Grau 2), não se coloca a análise da sua distribuição por indicador. Assim, esta análise foi realizada apenas nos materiais dos professores do manual A. Nestes verifica-se que é nos *Temas/Conteúdos* da componente de Biologia e nos *Temas/Conteúdos* e *Orientações metodológicas* da componente de Geologia que se verifica maior nível conceptual dos conhecimentos relativos à construção da ciência.

### **3.3.2. Grau de complexidade das capacidades metacientíficas**

Para a análise do grau de complexidade das capacidades metacientíficas relativas a cada uma das dimensões da construção da ciência presentes nos manuais, foi utilizado um instrumento de avaliação do grau de conceptualização das capacidades, baseado no que se utilizou para o mesmo fim no programa (ver ponto 4.6.3 do capítulo da Metodologia). Este instrumento contém, para a cada uma das dimensões da construção da ciência – filosófica, histórica, psicológica e sociológica (interna e externa) – descritores semelhantes aos do instrumento utilizado no programa, adaptados ao contexto de análise dos manuais. No que se refere aos dois textos (programa e manuais) o respetivo instrumento de análise contempla os mesmos indicadores (*Atividades*,

---

*Temas/Conteúdos, Avaliação, Finalidades/Objetivos/Competências, Esquemas/Diagramas/Imagens e Orientações metodológicas*)<sup>24</sup>.

Foi assim considerada a frequência relativa dos graus de conceptualização de *o que* referente às capacidades metacientíficas, na parte de desenvolvimento de conteúdos e nos materiais dos professores, em cada componente dos manuais A e B. Tal como se procedeu ao nível do programa, a frequência relativa dos graus de conceptualização de *o que* foi analisada na globalidade das capacidades metacientíficas, independentemente da dimensão da construção da ciência que contemplavam, relativamente a cada dimensão da construção da ciência e relativamente a cada indicador. Os resultados dessa análise, quando se considera a globalidade das capacidades metacientíficas, encontram-se expressos na Figura 4.20 e têm em conta os dados apresentados no Apêndice 3. Estes resultados mostram que, à semelhança do que se verificou no programa, em ambos os manuais o grau de complexidade das capacidades metacientíficas é mais elevado do que o dos conhecimentos metacientíficos. Para além disso, constata-se que no caso das capacidades, a superioridade conceptual do corpo principal do manual relativamente aos materiais dos professores, bem patente ao nível dos conhecimentos metacientíficos, também se verifica no manual A, em ambas as componentes e, no manual B, apenas na componente de Biologia.

Quando se comparam os dois manuais relativamente a este parâmetro da análise, verifica-se que, no manual A, em ambas as componentes (Biologia e Geologia), as capacidades metacientíficas são mais conceptualizadas do que no manual B, sobretudo ao nível do corpo principal, o que vem ao encontro dos resultados obtidos relativamente à conceptualização dos conhecimentos metacientíficos (ver ponto 2.3.1 deste capítulo). Efetivamente, também relativamente a estes, o manual A revelou um maior grau de complexidade.

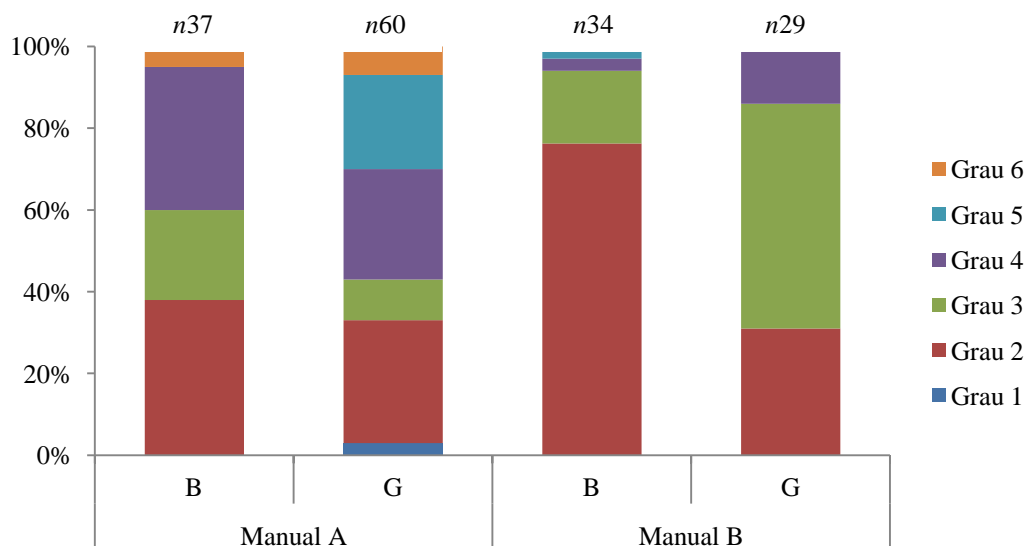
Considerando as duas componentes de cada manual, ao nível do desenvolvimento de conteúdos, verifica-se que é na componente de Geologia que o grau de complexidade das capacidades é mais elevado. No corpo principal do manual A, 57% das capacidades relativas à construção da ciência da componente de Geologia

---

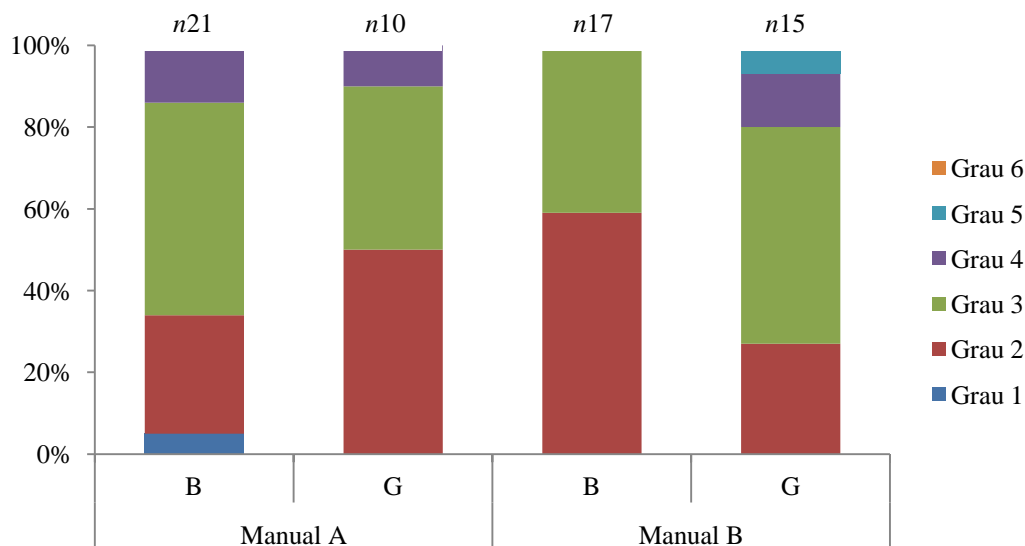
<sup>24</sup> Este instrumento, tal como o utilizado ao nível do programa, contempla 6 graus de conceptualização das capacidades metacientíficas, correspondentes aos processos cognitivos “Lembrar”, “Compreender”, “Aplicar”, “Analisar”, “Avaliar” e “Criar”, de acordo com reconceptualização da taxonomia de Bloom efetuada por Anderson e Krathwohl (2001).

implicam os processos cognitivos “Analisar”, “Avaliar” e “Criar” (Graus 4, 5 e 6), o que revela um grau de complexidade elevado, mas ainda assim não tanto como o que foi encontrado para as capacidades metacientíficas no programa.

#### *Corpo do manual*



#### *Materiais dos professores*



*Figura 4.20.* Frequência relativa dos graus de conceptualização das capacidades metacientíficas no corpo e nos materiais dos professores de cada manual, nas componentes de Biologia (B) e Geologia (G) (número total de referências consideradas).

Nos extratos de texto [78], [79] e [80], apresentam-se três exemplos de unidades de análise pertencentes à componente de Geologia do manual A, que contemplam capacidades metacientíficas correspondentes aos graus de conceptualização 4, 5 e 6.

- [78] Atividade com dois pequenos textos relativos a hipóteses explicativas para a extinção dos dinossauros e uma súmula das hipóteses mais aceites atualmente, a que se seguem duas questões, uma das quais contempla capacidades metacientíficas que implicam o processo cognitivo *Analisar*: *Em que medida a determinação as explicações apresentadas evidenciam o carácter dinâmico da ciência?* (Manual A, Geologia, corpo do manual, p. 44, 45, UA66, DF, grau 4).
- [79] *Confronta diferentes explicações, estabelecendo os pontos fortes e os pontos fracos de cada uma.* (Manual A, Geologia, materiais dos professores, p. 31, UA44, DF, grau 5).
- [80] *Analisa criticamente episódios da história da ciência.* (Manual A, Geologia, corpo do manual, p. 31, UA43, DH, grau 6).

Na componente de Biologia da parte de desenvolvimento de conteúdos do manual A, em que não há expressão do Grau 5, os graus mais elevados (Graus 4 e 6) manifestam-se em 41% das capacidades metacientíficas. Este valor, ainda que mais baixo do que o obtido na componente de Geologia, pode considerar-se, ainda assim, elevado do ponto de vista da conceptualização. Os extratos de texto [81] e [82] dizem respeito a duas unidades de análise retiradas da componente de Biologia do manual A, que contemplam capacidades metacientíficas correspondentes aos graus de conceptualização 4 e 6.

- [81] *Interpreta processos experimentais de transporte ao nível da membrana celular.* (Manual A, Biologia, corpo do manual, p. 82, UA135, DF, grau 4).
- [82] Exercício em que se apresenta uma breve descrição de uma experiência relativa ao efeito da auxina na germinação de *Phaseolus vulgaris* (feijoeiro), com imagens dos respetivos resultados, a que se seguem 4 questões, uma das quais implica a mobilização de capacidades relacionadas com as metodologias da ciência, correspondentes ao Grau 6 de conceptualização: *Sugira uma hipótese para explicar o aparecimento de raízes na ausência de auxina.* (Manual A, Biologia, corpo do manual, p.187, UA320, DF, grau 6, DSE, grau 2).

No manual B, ao nível do corpo principal, em que o grau de complexidade das capacidades metacientíficas é manifestamente menor do que na mesma parte do manual A, a diferença entre as componentes de Biologia e Geologia em termos de conceptualização dessas capacidades é maior. Esta diferença fica bem patente quando se compara a expressão do grau de complexidade mais baixo encontrado em ambas as componentes. Essas capacidades, que implicam o processo cognitivo “Compreender” (Grau 2), perfazem 77% das referências na componente de Biologia e 33% na componente de Geologia, que revela, assim, um grau de complexidade consideravelmente mais elevado. A título de exemplo, apresentam-se os extratos de texto [83] e [84], retirados da parte de desenvolvimento de conteúdos do manual B, em que são contempladas capacidades metacientíficas correspondentes ao Grau 2 de conceptualização.

- [83] *Associa Ciência e Tecnologia como duas atividades interatuantes que se potenciam mutuamente.* (Manual B, Biologia, corpo do manual, p.82, UA145, DSE, grau 2).

[84] *Encara a atividade científica como uma atividade humana e coletiva.* (Manual B, Geologia, corpo do manual, p. 55, UA85, DP, grau 2, DSI, grau 2).

Tomando como foco da análise os materiais de apoio aos professores de ambos os manuais, verifica-se que, no manual A e na componente de Biologia do manual B, são contempladas capacidades menos conceptualizadas do que no desenvolvimento de conteúdos, que é a parte destinada a ser trabalhada pelos alunos. Este é um dado curioso que também se verificou no caso dos conhecimentos metacientíficos, mas em ambas as componentes dos dois manuais. Por exemplo, no caso do manual A, são contempladas capacidades metacientíficas correspondentes aos processos cognitivos “avaliar” e “criar” (Graus 5 e 6) na parte de desenvolvimento de conteúdos, que não encontram reflexo ao nível dos respetivos materiais dos professores, em que o grau de complexidade deste tipo de capacidades não vai além do Grau 4.

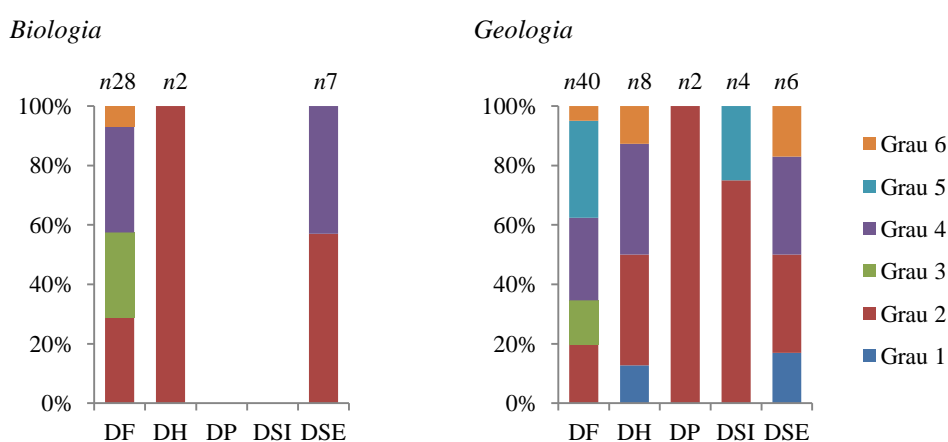
Ainda no que diz respeito aos materiais dos professores, quando se comparam as componentes de Biologia e Geologia, verifica-se que apenas o manual B segue a tendência geral da análise realizada quer no programa, quer no corpo principal dos dois manuais, evidenciando maior grau de complexidade das capacidades metacientíficas ao nível da Geologia. No caso do manual A acontece o oposto, sendo a Biologia a componente mais conceptualizada em termos de capacidades metacientíficas. No extrato de texto [85] exemplifica-se uma unidade de análise pertencente aos materiais dos professores dessa componente, que contemplam capacidades metacientíficas correspondentes ao Grau 4 de conceptualização.

[85] *Guia do Professor: Abordámos os principais grupos de hormonas vegetais apresentando uma descrição acompanhada de uma imagem para que os alunos captem a ideia principal sem entrarem em grandes especificidades. A abordagem deste assunto pode ser enriquecida se se forem cruzando dados da floricultura, da horticultura e da fruticultura. Pode ser interessante (não só porque amplia saberes mas sobretudo porque permite ligar a ciência, a tecnologia e o contexto social e cultural dos alunos) fazer uma visita a uma empresa onde se faça a propagação de plantas recorrendo a fito-hormonas.* (Manual A, Biologia, materiais dos professores, Guia do professor 124, UA300, DSE, grau 4).

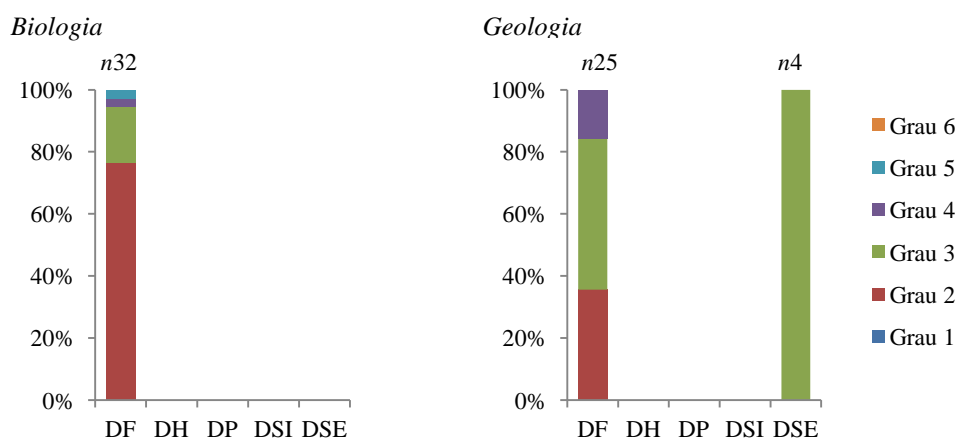
Numa análise global, pode dizer-se que, no que diz respeito à mensagem relativa à construção da ciência que está contemplada no discurso pedagógico de reprodução dos manuais, o grau de complexidade das capacidades é mais elevado no manual A e, em cada manual, ao nível da componente de Geologia. Verificou-se também uma diminuição da conceptualização das capacidades metacientíficas, quando se passa do desenvolvimento dos conteúdos para os materiais dos professores, no manual A e na componente de Biologia do manual B.

Foi também considerada a distribuição dos graus de conceptualização de *o que* das capacidades metacientíficas relativamente a cada dimensão da construção da ciência no corpo e nos materiais dos professores dos dois manuais, ao nível de cada componente (Biologia e Geologia). Os gráficos das Figuras 4.21 e 4.22 expressam os resultados dessa análise realizada ao nível do corpo dos manuais (Figura 4.21) e dos materiais dos professores (Figura 4.22). Estes são expressos em termos de frequência relativa das referências a capacidades relacionadas com cada dimensão da construção da ciência, com referência a cada grau de conceptualização.

#### *Corpo do manual A*



#### *Corpo do manual B*



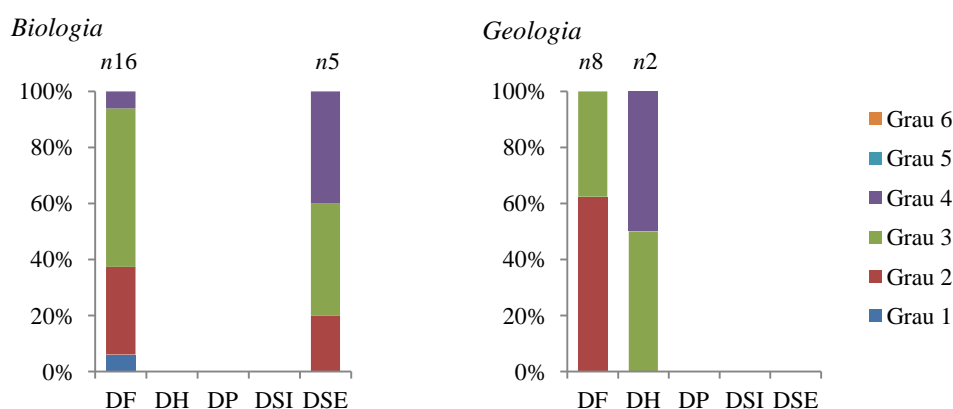
**Figura 4.21.** Frequência relativa das referências a capacidades metacientíficas dos vários graus de conceptualização com referência a cada dimensão da construção da ciência, no corpo de cada manual, nas componentes de Biologia (B) e Geologia (G) (n- número total de referências consideradas).

No corpo principal de ambos os manuais (Figura 4.21), em cada uma das suas componentes, é ao nível da dimensão filosófica da ciência, a mais contemplada, que se

verifica maior grau de concetualização das capacidades. Seguem-se as capacidades relativas à sociologia externa da ciência, em segundo lugar em termos de conceptualização, no manual A e na componente de Geologia do manual B. Excetua-se desta constatação a componente de Biologia do manual B porque esta análise é irrelevante a esse nível, já que, para além das metodologias da ciência, não contempla mais nenhuma dimensão da construção da ciência ao nível das capacidades.

Os materiais dos professores (Figura 4.22) revelam um cenário diferente relativamente a este parâmetro da análise. Nos materiais do manual A os aspetos da metaciência com maior grau de complexidade ao nível das capacidades são a sociologia externa da ciência na componente de Biologia e a história da ciência na componente de Geologia.

#### *Materiais dos professores do manual A*



#### *Materiais dos professores do manual B*

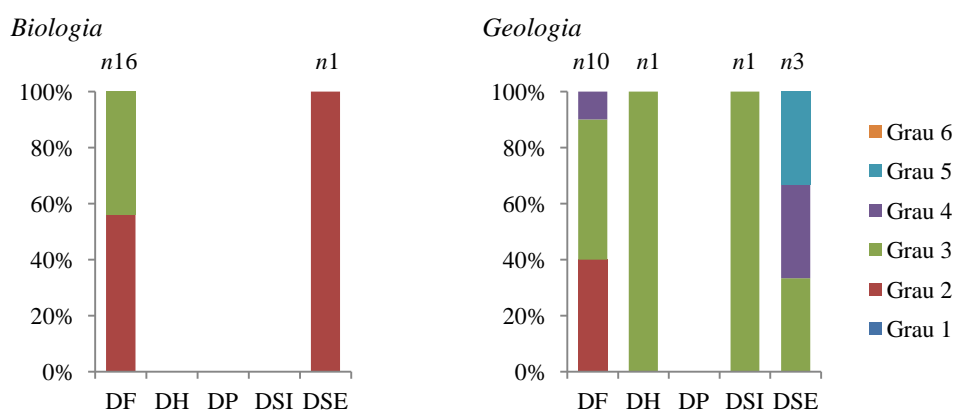


Figura 4.22. Frequência relativa das referências a capacidades metacientíficas dos vários graus de conceptualização com referência a cada dimensão da construção da ciência, nos materiais dos professores de cada manual, nas componentes de Biologia (B) e Geologia (G) (n- número total de referências consideradas).

Nos extratos de texto [86]<sup>25</sup> e [87] transcrevem-se duas unidades de análise retiradas dos materiais dos professores do manual A, que contemplam capacidades relacionadas com as dimensões da construção da ciência mais conceptualizadas a esse nível.

[86] *Abordámos os principais grupos de hormonas vegetais apresentando uma descrição acompanhada de uma imagem para que os alunos captem a ideia principal sem entrarem em grandes especificidades.*

*A abordagem deste assunto pode ser enriquecida se se forem cruzando dados da floricultura, da horticultura e da fruticultura. Pode ser interessante (não só porque amplia saberes mas sobretudo porque permite ligar a ciência, a tecnologia e o contexto social e cultural dos alunos) fazer uma visita a uma empresa onde se faça a propagação de plantas recorrendo a fito-hormonas. (Manual A, Biologia, materiais dos professores, Guia do professor 124, UA300, DSE, grau 4).*

[87] *Sugere-se que os alunos façam um trabalho de pesquisa sobre a actividade vulcânica registada nos Açores no século passado, fazendo um levantamento dos principais danos. Poderão ainda dinamizar um debate sobre a possibilidade de minimizar os riscos relativos à actividade vulcânica. Esta pesquisa pode promover um intercâmbio entre escolas açorianas e escolas do continente. Esta troca de informações e de imagens pode ser extremamente enriquecedora não só sob o ponto de vista científico mas também sob o ponto de vista humano. (Manual A, Geologia, materiais dos professores, Guia do professor 50, UA185, DF, grau 2, DH, grau 4).*

Nos materiais do manual B, o maior grau de complexidade das capacidades metacientíficas verifica-se ao nível das metodologias da ciência, na componente de Biologia (não ultrapassando, no entanto, o Grau 3) e ao nível da sociologia externa da ciência na componente de Geologia. O extrato de texto [88] corresponde a uma unidade de análise da componente de Geologia desses materiais que exemplifica capacidades relativas às dimensões filosófica e sociológica externa da ciência, evidenciando esta última maior grau de conceptualização.

[88] *Ficha de avaliação diagnóstica - tema 3 – compreender a estrutura e a dinâmica da geosfera*

*1. Enuncie os métodos que os geólogos utilizam no estudo do interior da geosfera.*

*7. No Portal do Governo, é possível ler-se a seguinte frase “torna-se necessário rever a legislação em vigor, por forma a introduzir ou atualizar as regras de construção antissísmica e zelar pela sua efectiva aplicação.” Justifique a afirmação anterior. (Manual B, Geologia, materiais dos professores, Exercício, UA49, DF, grau 2, DSE, grau 5).*

Considerou-se ainda a distribuição dos graus de conceptualização das capacidades metacientíficas com referência a cada indicador, ao nível de cada componente (Biologia e Geologia) de cada parte (Corpo principal e Materiais dos professores) de cada manual. Esses resultados, apresentados no Apêndice 3, revelam que, no manual A, é ao nível das *Finalidades/Objetivos/Competências* da componente de Biologia e das *Atividades* da componente de Geologia que se verifica maior grau de

---

<sup>25</sup> A unidade de análise transcrita no extrato de texto [86] também foi apresentada no extrato de texto [85], como exemplo de um caso de capacidades metacientíficas correspondentes ao grau 4 de conceptualização.



conceptualização das capacidades metacientíficas. No manual B, em ambas as componentes, é ao nível das *Atividades* que se verifica maior complexidade das capacidades metacientíficas. Neste manual, a expressão das capacidades metacientíficas ao nível dos *Temas/Conteúdos* em ambas as componentes e das *Finalidades/Objetivos/Competências* na componente de Geologia é muito baixa, traduzindo-se apenas numa referência em cada um desses indicadores, razão pela qual não faz sentido considerá-los nesta análise.

No que se refere aos materiais dos professores, verifica-se que no manual A as capacidades metacientíficas são mais conceptualizadas nos *Esquemas/Diagramas/Imagens* da componente de Biologia e nas *Orientações metodológicas* na componente de Geologia. No manual B é ao nível das *Atividades* e da *Avaliação* da componente de Biologia e da *Avaliação* da componente de Geologia que as capacidades metacientíficas são mais conceptualizadas.

### 3.4. Relação entre conhecimentos científicos e conhecimentos metacientíficos

A análise de *o como* do discurso pedagógico de reprodução dos dois manuais, na vertente do contexto de transmissão-aquisição que se refere à relação professor-aluno, incidiu na relação entre discursos. Neste âmbito foi considerada a relação intradisciplinar entre conhecimentos científicos e conhecimentos metacientíficos. Assim, as unidades de análise que contemplam capacidades relativas à construção da ciência sem referência a qualquer tipo de conhecimentos não foram analisadas relativamente à intradisciplinaridade.

Esta análise consistiu na averiguação desse grau de relação, considerando a parte de desenvolvimento de conteúdos e os materiais dos professores de cada componente de cada manual. Tal como referido no Capítulo 3 e à semelhança do procedimento utilizado no programa (ver ponto 4.6.4 do capítulo da metodologia), no instrumento utilizado para a análise da relação entre conhecimentos científicos e metacientíficos (Apêndice 1.5) a classificação extrema mais forte (C<sup>++</sup>) foi considerada para os casos em que havia presença apenas de conhecimentos científicos. Os resultados desta análise, apresentados no gráfico da Figura 4.23, apenas contemplam os casos em que há presença de conhecimentos metacientíficos, não considerando a classificação

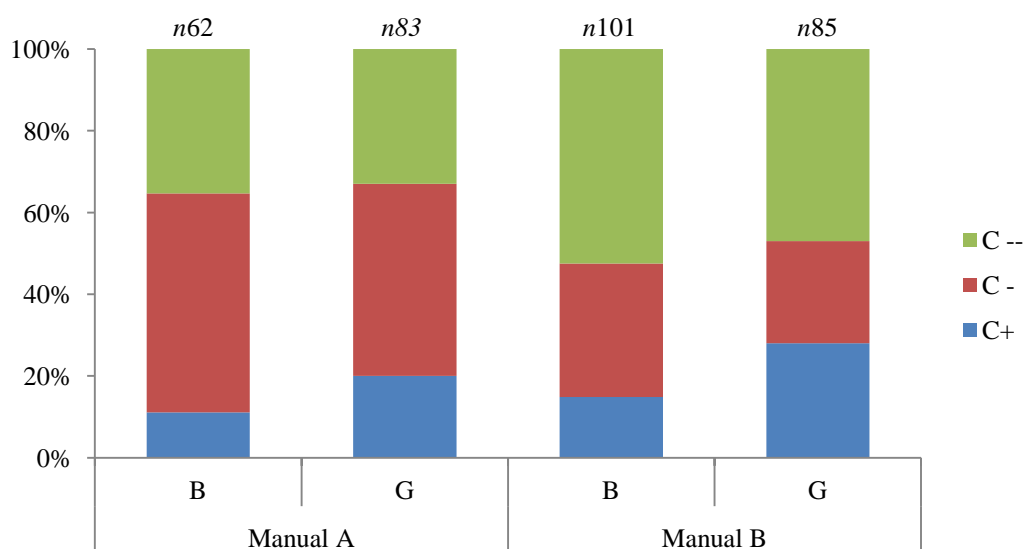
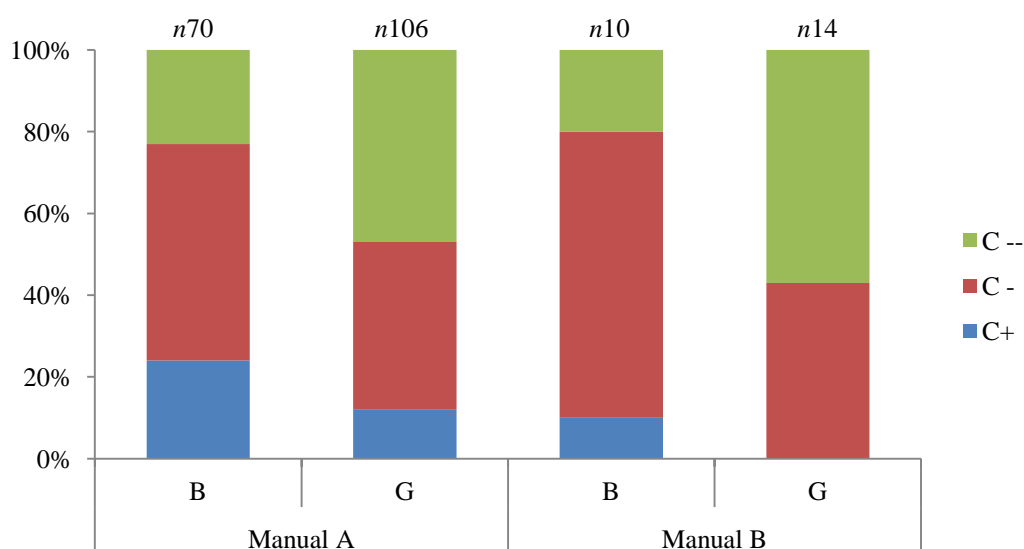
C<sup>++</sup>.*Corpo do manual**Materiais dos professores*

Figura 4.23. Frequência relativa das unidades de análise dos vários graus de relação entre conhecimentos científicos e conhecimentos metacientíficos, no corpo principal do manual e nos materiais dos professores, em cada componente de cada manual (n – número total de unidades de análise consideradas).

Em ambos os manuais, considerando a parte de desenvolvimento de conteúdos e os materiais de apoio aos professores de cada uma das componentes (Biologia e Geologia), destaca-se a predominância da situação de presença de relações entre conhecimentos científicos e metacientíficos, correspondente às classificações C<sup>-</sup> e C<sup>++</sup>. Está-se assim perante um cenário de esbatimento de fronteiras entre conhecimentos

científicos e conhecimentos metacientíficos, na parte do discurso pedagógico de reprodução dos manuais que contempla a construção da ciência. Esta intradisciplinaridade entre ciência e metaciência é ainda mais acentuada nos materiais dos professores do que no desenvolvimento de conteúdos e é superior à verificada ao nível do programa (ver ponto 1.3 deste capítulo). No entanto, tal como no caso do programa, não obstante a elevada expressão da intradisciplinaridade entre ciência e metaciência ao nível do corpo dos manuais e dos materiais dos professores poder conduzir a um elevado nível de exigência conceptual<sup>26</sup> das aprendizagens científicas que estes preconizam, tal não é possível devido à baixa conceptualização dos conhecimentos metacientíficos contemplados.

No corpo principal do manual, os valores da expressão das unidades de análise que contemplam as relações entre conhecimentos científicos e conhecimentos metacientíficos (C<sup>+</sup> e C<sup>-</sup>) vão desde os 72% da componente de Geologia do manual B até aos 88% da componente de Biologia do manual A. Os extratos de texto [89] e [90] correspondem a duas unidades de análise retiradas da parte de desenvolvimento de conteúdos de cada um dos manuais, que foram avaliadas com os graus de classificação C<sup>+</sup> e C<sup>-</sup>. Uma diz respeito à introdução de uma unidade temática – extrato [89] - e a outra refere-se à introdução da própria componente - extrato [90]. Em ambas as unidades de análise os conhecimentos científicos são relacionados com conhecimentos relativos às metodologias da ciência e às relações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade. Num dos casos - extrato [90] - esses dois tipos de conhecimentos assumem a mesma importância (classificação C<sup>-</sup>), enquanto que no outro - extrato [89] - é atribuído maior estatuto aos conhecimentos científicos (classificação C<sup>+</sup>).

[89] *A Terra é um planeta único no sistema solar, sendo uma das suas singularidades a presença de vida. A vida teve uma longa história evolutiva até ao presente, relacionada com o dinamismo do substrato inanimado em que se desenvolveu. Nessa história integra-se a origem, evolução e extinção dos dinossauros.*

*O estudo da Terra, do seu dinamismo, dos seus materiais e da sua história, acompanhando aparecimento e a evolução da vida, enquadra-se no âmbito de uma ciência que nasceu no século XVIII, a Geologia (do grego geo, “terra” + logos, “estudo”).*

*A Geologia aborda assuntos muito diversos, dos quais vamos destacar:*

- *Origem e evolução da Terra ao longo dos 4600 M. a. Da sua história*
- *Materiais que a constituem*
- *Causas e consequências do seu dinamismo*

<sup>26</sup> Nesta investigação, foi considerado o conceito de exigência conceptual das aprendizagens científicas (e.g., Morais & Neves, 2012; Calado, Neves & Morais, 2013; Ferreira & Morais, 2014b) transposto para o contexto da construção da ciência (Ferreira et al., 2015), como sendo o resultado não só da conceptualização dos conteúdos (conhecimentos e capacidades) metacientíficos, mas também do grau de relação entre conhecimentos científicos e metacientíficos.

- *Localização, gestão e exploração de recursos naturais*
- *Proteção das populações no sentido da prevenção relativamente aos efeitos de catástrofes naturais*

*Bem vindos à Geologia!*

*Questões orientadoras:*

*Quais as características do sistema Terra?; Como foi possível descobrir episódios da história da Terra?; Que relação existe entre os diferentes tipos de rocha?; Como determinar a idade das rochas? Que mudanças globais estão registadas na terra? Quais os princípios básicos do raciocínio geológico?* (Manual A, Geologia, corpo do manual, p.9, UA16, grau C<sup>-</sup>)

[90] *A Biologia é a ciência que se dedica ao estudo da vida e dos fenómenos que com ela estão intimamente relacionados.*

*A Biologia, à semelhança de qualquer outra ciência experimental, tem por base o método científico. Assim, perante problemas, a Ciência da Vida desenvolve hipóteses, que submete à experimentação, tentando obter teorias, que procuram interpretar os fenómenos observados.*

*Os diversos ramos da Biologia dedicam-se a assuntos tão distintos que vão desde as causas d origem da vida, passando pela catalogação da biodiversidade, dos processos que regulam os sistemas biológicos, dos mecanismos de adaptação e evolução, das interações que estabelecem, até às causas do seu fim. A escala de estudo parte de “simples moléculas” até chegar ao ecossistema global.*

*Nos últimos anos assistiu-se ao aparecimento de um novo ramo – a Biotecnologia – que tem contribuído para a resolução de problemas em diversas áreas, como o ambiente, a saúde e a produção de alimentos. Mas os seus procedimentos interferem, como nunca, de uma forma drástica nos processos biológicos. Com que consequências?*

*Recentemente, um novo ramo – a Exobiologia – dedica-se à procura de vida para além do nosso planeta. A vida é, ou não, um fenómeno exclusivo da Terra?*

*Por tudo isto, a Biologia, com os seus múltiplos ramos, é considerada, por muitos, a Ciência do século XXI. (Manual B, Biologia, corpo do manual, p. 6, UA16, grau C<sup>-</sup>).*

No extrato de texto [91], apresenta-se um exemplo de uma unidade de análise da componente de Geologia do manual B, que contempla conhecimentos metacientíficos no âmbito da dimensão filosófica da ciência, mas sem os relacionar com conhecimentos científicos (classificação C<sup>+</sup>), que aliás são omissos nesta unidade de análise. Sublinha-se o facto de, neste manual, constar, para cada subtema, uma secção intitulada *Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente*, o que denota a separação entre estes conhecimentos metacientíficos e os conhecimentos científicos.

[91] *Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente*

*O desenvolvimento da Geotecnologia só foi possível com o aprimoramento das técnicas laboratoriais e também dos espectrómetros. Este pequeno texto acompanha um esquema que resume as etapas principais na datação radiométrica e uma imagem de um laboratório de espetrometria de massas. (Manual B, Geologia, corpo do manual, p. 50, UA84, grau C<sup>+</sup>).*

Continuando a centrar a análise na parte de desenvolvimento de conteúdos dos dois manuais e comparando a componente de Biologia com a de Geologia, verifica-se que em ambos é ao nível da Biologia que a intradisciplinaridade é mais acentuada. Quando se passa dessa componente para a de Geologia, a expressão de unidades de análise em que se estabelece relação entre conhecimentos científicos e metacientíficos baixa de 88% para 80%, no manual A e de 86% para 72% no manual B.

As classificações  $C^-$  e  $C^{++}$  contemplam a presença de relação entre conhecimentos científicos e metacientíficos. Os casos em que os conhecimentos científicos têm maior estatuto do que os conhecimentos metacientíficos nessa relação correspondem à classificação  $C^-$  e aqueles em que a esses dois tipos de conhecimentos é conferida igual importância nessa relação correspondem à classificação  $C^{++}$ . A situação ideal do ensino das ciências, em conformidade com o quadro teórico deste estudo corresponde à classificação  $C^+$ . Os resultados da Figura 4.22 revelam que, ao nível do desenvolvimento de conteúdos, esta situação tem uma expressão consideravelmente mais acentuada no manual A, sobretudo na componente de Biologia, em que as unidades de análise correspondentes à classificação  $C^+$  perfazem 53% das unidades analisadas relativamente a este parâmetro. No extrato de texto [92] transcreve-se uma unidade de análise da componente de Biologia do manual A, em que se sintetiza a matéria do tema *1. A Biosfera*, que foi avaliada com o grau de classificação  $C^+$ . Nesta, os conhecimentos científicos relativos ao conceito de biodiversidade, respetivos níveis de organização e principais causas da sua perda são relacionados com os conhecimentos metacientíficos relativos ao papel da investigação científica na preservação dessa biodiversidade expressos no último item. Para além disso verifica-se que a estes conhecimentos relativos à dimensão sociológica externa da ciência é atribuída menos importância do que aos conhecimentos científicos referidos nos restantes itens, que assumem maior protagonismo.

[92] *Em síntese*

*Num ecossistema, a biodiversidade pode exprimir-se em três níveis de integração: diversidade ecológica, diversidade de espécies e diversidade genética.*

*É possível organizar a enorme diversidade da vida em níveis hierárquicos desde a biosfera à escala microscópica das células e das moléculas.*

*Na teia de interações ao nível do ecossistema, a matéria circula de forma cíclica e a energia flui unidireccionalmente.*

*Na atualidade, as atividades humanas são a principal causa da extinção de espécies, podendo conduzir à rotura do equilíbrio dos ecossistemas.*

*A investigação na área da conservação avalia o impacto humano na biodiversidade e desenvolve práticas a preservar. (Manual A, Biologia, corpo do manual, p. 21, UA34, grau  $C^+$ ).*

No extrato de texto [93] apresenta-se uma unidade de análise da componente de Geologia do manual B, em que, em jeito de conclusão do Capítulo 1. *A Terra e os seus subsistemas em interação* (Tema I), se volta à *Situação – problema* a partir da qual este se desenvolve. Neste caso, verifica-se que os conhecimentos científicos assumem claramente o protagonismo, ficando no entanto bem patente que estes são obtidos com base em dados recolhidos e interpretados à luz das teorias geológicas e cosmológicas. Está-se assim perante uma situação correspondente à classificação  $C^+$ , em os

conhecimentos relativos à dimensão filosófica da ciência são relacionados com os conhecimentos científicos, assumindo no entanto menor estatuto nessa relação.

[93] *Voltando à Situação-problema...*

*O equilíbrio e desequilíbrio do sistema terra são função da interação dinâmica entre os seus subsistemas. As extinções em massa, nomeadamente a extinção dos dinossaúros, constituem um exemplo desta dinâmica complexa.*

*Várias alterações nos subsistemas terrestres contribuíram para a extinção do final do Mesozóico, de acordo com dados das teorias geológicas e cosmológicas. Foram elas:*

- na geosfera: intensa atividade vulcânica, formação de crateras de impacto e redução acentuada da luminosidade na sua superfície;*
  - na atmosfera: aumento da sua densidade, da quantidade de gases vulcânicos tóxicos e da quantidade de poeiras cósmicas;*
  - na biosfera: diminuição da quantidade de seres autotróficos com consequências ao nível das cadeias alimentares;*
  - na hidrosfera: alteração das suas propriedades físico-químicas (temperatura, luminosidade, pH,...).*
- (Manual B, Geologia, corpo do manual, p. 26, UA38, grau C-).

Ao nível dos materiais dos professores dos dois manuais, a expressão das relações entre conhecimentos científicos e metacientíficos é ainda mais elevada, com valores percentuais de unidades de análise que contemplam este tipo de intradisciplinaridade (C<sup>-</sup> e C<sup>-</sup>) situados entre os 76% na componente de Biologia do manual A e os 100% na componente de Geologia do manual B. Os extratos de texto [94] e [95] exemplificam duas unidades de análise dos materiais dos professores associados ao manual A em que é bem evidente a relação estabelecida entre conhecimentos científicos e metacientíficos. No caso do extrato [94], verifica-se que nessa relação é atribuída mais importância aos conhecimentos científicos relativos à fotossíntese do que aos que se referem às metodologias da ciência (dimensão filosófica), correspondendo, assim, a um caso de classificação C<sup>-</sup>.

[94] *Guia do professor: Sendo a fotossíntese um assunto por vezes problemático, procurámos abordá-la privilegiando a componente experimental, através de experiências realizadas pelos alunos ou levando-os a interpretar experiências célebres. Em todos os casos, pode fazer-se o diagnóstico de concepções alternativas e promover a troca conceptual. Ao mesmo tempo, e de forma gradual, os alunos vão racionalizando os conceitos e estabelecendo uma estrutura conceptual sólida.* (Manual A, Biologia, materiais dos professores, Guia do professor 44, UA222, grau C<sup>-</sup>).

Já na unidade de análise transcrita no extrato [95], é bem evidente o igual estatuto atribuído aos conhecimentos científicos relativos à *Terra no espaço* e aos conhecimentos referentes às relações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade que com eles se relacionam.

[95] *Guia do professor: No Ensino Básico, nomeadamente no tema “Terra no Espaço”, os alunos começaram por lançar um olhar sobre a exploração espacial e naturalmente sobre o nosso satélite natural.*

*No início deste assunto interessa valorizar e partir dos conhecimentos que os alunos já têm e que terão origem escolar ou mesmo social. O facto de o Homem ter ido à Lua constitui uma fonte preciosa de observações diretas. De salientar a importância dessas observações, dada a ausência de*

*agentes erosivos na Lua, o que torna possível contemplar aspetos que a Terra teria apresentado numa fase muito primitiva da sua formação. O apoio do documento n.º 5 permite a observação de alguns aspetos da superfície lunar.* (Manual A, Geologia, materiais dos professores, Guia do professor 51, UA186, grau C<sup>-</sup>).

No entanto, ao nível dos materiais dos professores do manual B, em que foi encontrado o grau de relação entre conhecimentos científicos e metacientíficos mais elevado, há que ter em consideração o número consideravelmente mais baixo de unidades analisadas (B: n=10; G: n=14) relativamente às restantes partes dos manuais. Também a situação ideal do ensino das ciências em conformidade com o quadro teórico desta tese, tem uma expressão significativa nesta parte dos manuais, com valores que, na componente de Biologia do manual B, chegam a atingir os 70% das unidades analisadas.

Quando se comparam os materiais dos professores de cada componente (Biologia e Geologia), verifica-se que em ambos os manuais a componente de Biologia apresenta menor grau de relação entre conhecimentos científicos e metacientíficos do que a componente de Geologia, contrariamente ao que acontece no corpo principal.

A intradisciplinaridade entre conhecimentos científicos e metacientíficos foi também considerada ao nível de cada indicador, no corpo principal e nos materiais dos professores, em cada uma das componentes dos dois manuais. Os respetivos resultados constam do Apêndice 3. Começando por se considerar o corpo principal, verifica-se que, no manual A, é ao nível dos *Esquemas/Diagramas/Imagens* da Biologia e das *Atividades* da Geologia que se verifica um maior grau de relação entre conhecimentos científicos e metacientíficos. No manual B também se verifica que a componente de Geologia evidencia intradisciplinaridade entre ciência e metaciência mais acentuada ao nível das *Atividades*. A título de exemplo, apresenta-se, no extrato de texto [96], uma atividade da componente de Geologia do manual B, em que fica bem patente a relação entre conhecimentos científicos relativos aos planetas e pequenos corpos do sistema solar e os conhecimentos metacientíficos que com estes se relacionam. Estes dizem respeito às metodologias da ciência, às relações no seio da comunidade científica e às relações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade, sendo-lhes atribuída a mesma importância que asos conhecimentos científicos nesta unidade de análise (classificação C<sup>-</sup>).

[96] *Número de planetas pode aumentar*

*A família de planetas poderá aumentar por causa da discussão de há muitos anos.*

*TSF, 16 de agosto de 2006*

*Decisão final será tomada no dia 24*

*Ceres, Caronte e Xena podem vir a juntar-se aos planetas do sistema solar.*

*Público, 17 de agosto de 2006*

*Plutão gera controvérsia*

*A discussão sobre a manutenção de Plutão na lista de planetas está a dividir a comunidade científica. Uns querem vê-lo despromovido, outros pretendem aumentar o número de planetas do Sistema Solar juntando corpos celestes com características semelhantes às de Plutão.*

*Correio da manhã, 23 de agosto de 2006*

*Plutão já não é planeta*

*O Sistema Solar passou a ter apenas oito planetas. A União Astronómica Internacional decidiu hoje que Plutão, até aqui um dos nove planetas do nosso Sistema Solar, é um planeta anão.*

*Público, 24 de agosto de 2006*

1. Indique a problemática científica abordada nas notícias.
2. De que modo estes textos evidenciam o carácter dinâmico evolucionista da Ciência?
3. Comente a seguinte afirmação: “Sem tecnologia o avanço da Ciência não seria possível”.
4. Mencione a importância da União Astronómica Internacional em todo este processo relacionado com Plutão. (Manual B, Geologia, corpo do manual, p. 87, UA136, grau C<sup>-</sup>).

Na componente de Biologia, são as *Atividades* e a *Avaliação*, seguidas dos *Esquemas/Diagramas/Imagens*, os indicadores que revelam maior grau de relação entre conhecimentos científicos e metacientíficos. O extrato de texto [97] diz respeito a uma atividade da componente de Biologia do manual A, que diz respeito às metodologias da ciência que permitiram chegar aos conhecimentos científicos atuais relativos à membrana plasmática, que acabam por ser o foco da atividade.

[97] *Da fusão em laboratório de células humanas com células de rato (como representa o esquema seguinte), cujas proteínas foram previamente marcadas, resultam células híbridas, cada uma delas rodeada por uma única membrana plasmática. As proteínas membranares das células assim formadas, embora inicialmente separadas, acabam por se apresentar misturadas e distribuídas por toda a membrana, ao fim de um certo tempo.* Este texto é acompanhado de uma figura do processo descrito.

1. Qual a principal conclusão que se pode retirar dos resultados desta experiência? (Manual B, Biologia, corpo do manual, p. 59, UA120, grau C<sup>-</sup>).

Quanto à expressão da classificação C<sup>-</sup> ao nível do desenvolvimento de conteúdos, constata-se que no manual A tem maior expressão nos *Temas/Conteúdos* de Biologia (ex. extrato de texto [92]) e nas *Atividades* e *Temas/Conteúdos* de Geologia (ex. extrato de texto [89]). No manual B este grau de classificação destaca-se mais na *Avaliação* da componente de Biologia e nos *Esquemas/Diagramas/Imagens* da Geologia. No extrato de texto [98] apresenta-se uma atividade de autoavaliação da componente de Biologia do manual B, em que os conhecimentos científicos relativos ao transporte membranar, apesar de protagonistas, são relacionados com conhecimentos relativos às metodologias da ciência que permitiram verificá-los (classificação C<sup>-</sup>).

[98] *Estudos sobre a velocidade de entrada de moléculas de glicose em hemácias permitiram verificar que a velocidade aumenta proporcionalmente à concentração de glicose no meio, até atingir um valor máximo. Essa variação de velocidade encontra-se representada no gráfico seguinte (gráfico alusivo a esse tipo de transporte):*



- Dos termos seguintes, escolha aquele que corresponde ao processo de entrada de glicose nas hemácias a) Osmose; (b) Transporte ativo; (c) Difusão facilitada; (d) Difusão simples.  
- Este processo ocorre... (a) unicamente por fenómenos físicos; (b) Devido à intervenção de ATPases; (c) Devido à intervenção de permeases; (d) Graças à intervenção de lípidos transportadores.  
[selecione a opção correta] (Manual B, Biologia, corpo do manual, p. 84, UA60, grau C).

Apresenta-se, como exemplo de uma unidade de análise associada ao indicador *Esquemas/Diagramas/Imagens* da componente de Geologia do manual B, que foi avaliada com a classificação C<sup>-</sup>, o caso da Figura 4 (p. 45, UA75). Esta centra-se no Princípio da Sobreposição (conhecimentos científicos), que constitui a base da metodologia (conhecimentos metacientíficos) utilizada para determinar a idade relativa dos estratos. Não obstante a presença destes, verifica-se que aos conhecimentos científicos são os verdadeiros protagonistas da figura.

Quando se consideram os materiais de apoio aos professores, verifica-se que, em ambos os manuais, é ao nível dos *Temas/Conteúdos* na componente de Biologia e das *Atividades* da componente de Geologia que o grau de relação entre conhecimentos científicos e metacientíficos é mais acentuado. No entanto, na análise destes resultados há que ter em consideração que nos materiais dos professores o número de unidades de análise consideradas é muito menor do que no manual A, já que estes são menos ricos em mensagens relativas ao ensino das ciências.

### 3.5. Explicitação da construção da ciência

A análise de *o como* do discurso pedagógico de reprodução dos dois manuais de Biologia e Geologia do 10º ano, para além de ter sido considerada no contexto de transmissão-aquisição referente à relação professor-aluno (ver ponto 2.4 deste capítulo), também incidiu no contexto de transmissão/aquisição referente à relação entre autor de manuais escolares-professor, para a regra discursiva *critérios de avaliação*. Nesta vertente da análise de *o como*, pretendeu-se avaliar em que medida o discurso pedagógico elaborado pelos autores dos manuais relativamente à construção da ciência é explícito para os professores. Neste âmbito, analisou-se o grau de explicitação da mensagem sociológica dos manuais relativamente à construção da ciência com referência ao *o que* e ao *o como*. No que se refere ao *o que*, pretendeu-se avaliar em que medida a mensagem sociológica presente nos manuais é explícita relativamente à presença dos conhecimentos e/ou das capacidades relativos à construção da ciência. Neste sentido, foram objeto de avaliação todas as unidades de análise que contemplam

conhecimentos metacientíficos, ou capacidades metacientíficas, ou ambos. Quanto ao grau de explicitação de *o como*, pretendeu-se avaliar em que medida a mensagem sociológica presente nos manuais é explícita relativamente às relações intradisciplinares entre conhecimentos científicos e metacientíficos. Assim, no âmbito desta análise foram consideradas apenas as unidades que contemplam esse tipo de relações, ou seja, aquelas que foram avaliadas quanto à intradisciplinaridade com as classificações C<sup>-</sup> e C<sup>- -</sup> <sup>27</sup> (ver ponto 2.4 deste capítulo).

Atendendo a que o corpo principal dos manuais é uma parte de desenvolvimento de conteúdos destinada aos alunos, não é suposto que contenha orientações relativamente ao texto legítimo da construção da ciência que os autores pretendem que seja adquirido-transmitido pelos professores. Os materiais de apoio aos professores são a parte dos manuais que se destina a esse tipo de orientações. Neste sentido, esta análise da explicitação da construção da ciência no contexto da relação autor do manual-professor apenas foi considerada nos materiais de apoio aos professores de cada manual. No entanto, esta opção foi tomada em consciência de que, através da consulta da parte dos manuais que se destina aos alunos – corpo principal do manual – os professores podem inferir os critérios dos autores dos manuais que determinam a produção do texto relativo à construção da ciência. Face à dificuldade em obter dados fiáveis relativamente a essa inferência, optou-se por não avaliar o grau de explicitação da construção da ciência a esse nível.

O resultado da análise do grau de explicitação de *o que* da construção da ciência, em cada componente (Biologia e Geologia) dos materiais dos professores dos dois manuais, em conformidade com os resultados apresentados no Apêndice 3, encontra-se expresso na Figura 4.24. Os resultados desta análise evidenciam um baixo grau de explicitação dos conteúdos metacientíficos ao nível das duas componentes dos dois manuais, sobretudo no manual B. Estes materiais de apoio aos professores são pouco explícitos relativamente à presença de conteúdos metacientíficos, revelando, assim, um enquadramento do discurso metacientífico fraco, em que impera a situação de omissão das regras que o controlam. De facto, verifica-se uma acentuada expressão dos casos de ausência de qualquer explicação relativa à inclusão da metaciência, correspondentes aos

---

<sup>27</sup> De acordo com o instrumento de análise utilizado para a avaliação do grau de relação entre conhecimentos científicos e conhecimentos metacientíficos, as classificações C<sup>-</sup> e C<sup>- -</sup> são as que traduzem presença desse tipo de relações intradisciplinares, com dois graus diferentes.

graus de enquadramento  $E^-$  e  $E^{--}$ <sup>28</sup>, em que os conhecimentos e/ou capacidades metacientíficos, são apenas apresentados ( $E^-$ ) ou meramente referidos ( $E^{--}$ ).

### *Materiais dos Professores*

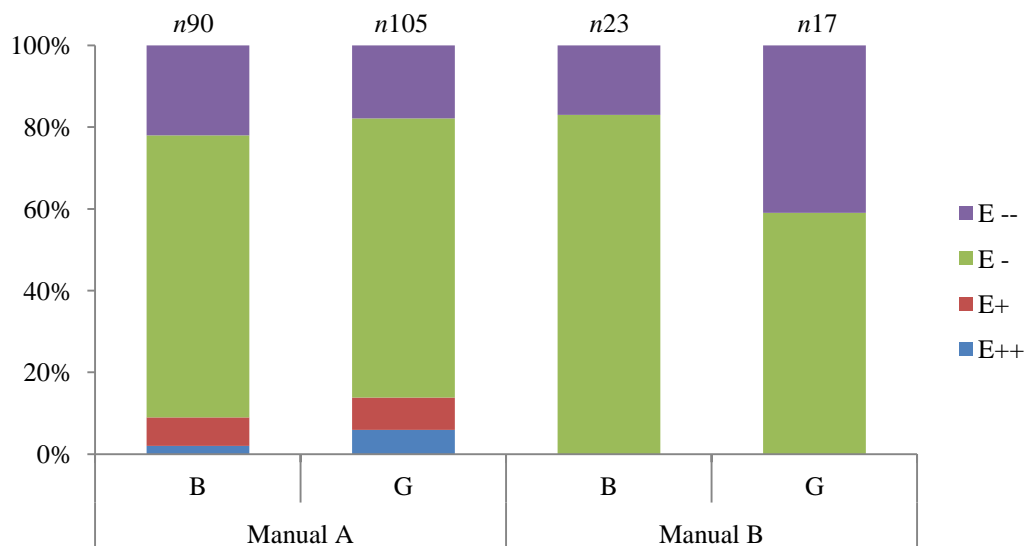


Figura 4.24. Frequência relativa das unidades de análise correspondentes aos vários graus de explicitação de *o que* da construção da ciência, em cada uma das suas componentes (B e G) dos materiais dos professores de cada manual (A e B) (n – número total de unidades de análise consideradas).

Este enquadramento é ainda mais fraco nos materiais do manual B, em que não se verifica qualquer expressão dos dois graus mais elevados ( $E^+$  e  $E^{++}$ )<sup>29</sup>, correspondentes aos casos em que há uma explicação para a inclusão da metaciência. Estes dois graus verificam-se nos materiais do manual A, mas com uma expressão muito baixa, perfazendo, no seu conjunto, 9% na componente de Biologia e 14% na componente de Geologia. Por conseguinte, nestes materiais ainda existe uma pequena percentagem de unidades de análise em que os conhecimentos e/ou capacidades metacientíficos são contemplados de forma clara, sendo explicado o seu significado no âmbito do ensino/aprendizagem da metaciência, referindo ( $E^{++}$ ) ou não ( $E^+$ ) a perspetiva do

<sup>28</sup> O instrumento de avaliação do grau de explicitação de *o que* inclui quatro graus de enquadramento:  $E^-$ ,  $E^{--}$ ,  $E^+$  e  $E^{++}$ . Os graus  $E^-$  e  $E^{--}$  correspondem aos casos em que os conhecimentos e/ou capacidades metacientíficos, são apresentados ( $E^-$ ) ou apenas referidos ( $E^{--}$ ), mas não é apresentada qualquer justificação para a sua inclusão.

<sup>29</sup> O instrumento de avaliação do grau de explicitação de *o que* inclui quatro graus de enquadramento:  $E^-$ ,  $E^{--}$ ,  $E^+$  e  $E^{++}$ . Os graus  $E^+$  e  $E^{++}$  correspondem aos casos em que, para além de serem apresentados os conhecimentos e/ou capacidades metacientíficos, também é contemplada uma justificação para a inclusão desse tipo de conteúdos. Esta é considerada incompleta (grau  $E^+$ ) quando menciona o seu significado para o ensino/aprendizagem da metaciência e das ciências em geral. Quando, para além disso, faz referência à perspetiva do manual relativamente a esse aspeto, é considerada completa (grau  $E^{++}$ ).

manual relativamente a esse aspeto. Nos extratos de texto [99] e [100] apresentam-se duas unidades de análise retiradas dos materiais de apoio aos professores das componentes de Biologia e Geologia do manual A, correspondentes aos referidos graus de enquadramento  $E^+$  e  $E^{++}$ .

- [99] *Guia do professor: Não se pretende que a abordagem dos métodos para o estudo do interior da geosfera seja descritiva e centrada no conhecimento puro, mas sim que tire partido daquilo que os alunos já sabem, valorizando as dificuldades inerentes aos diferentes métodos, as suas limitações e o interesse em recorrer ao maior número possível de dados. O acessível e o inacessível, os métodos e o suporte de outras disciplinas, como a Física e a Matemática, devem ajudar os alunos a compreender que a atividade científica é um empreendimento coletivo e multidisciplinar onde a superação de obstáculos e dificuldades é uma constante.* (Manual A, Geologia, materiais dos professores, Guia do professor 69, UA203, grau  $E^+$ ).
- [100] *Guia do professor: Embora a abordagem da estrutura da membrana plasmática não tenha de ser feita numa perspetiva histórica, pareceu-nos que um confronto sumário entre os três modelos apresentados poderia melhorar a compreensão, não só da estrutura da membrana, mas também do papel das hipóteses em Ciência. À criação de uma hipótese segue-se um período de validação e, posteriormente, de incorporação do conhecimento e, finalmente, o processo final de aceitação. Há, pois, um diálogo constante entre a teoria e as observações/experimentações, entre o que pode ser e o que parece que é.* (Manual A, Biologia, materiais dos professores, Guia do professor 31, UA207, grau  $E^{++}$ ).

Comparando as duas componentes dos materiais de cada manual, é possível constatar que no manual A a componente de Geologia manifesta um grau de explicitação ligeiramente mais elevado do que a de Biologia. Esta diferença pouco significativa deve-se à expressão mais acentuada da classificação  $E^{++}$ , que passa de 2% nos materiais da Biologia para 6% nos materiais da Geologia. Nos materiais do manual B é a componente de Biologia que mostra um grau de explicitação mais elevado. Nestes, em que apenas se verifica expressão dos Graus  $E^-$  e  $E^{-+}$ , o grau de enquadramento mais fraco ( $E^{-+}$ ), correspondente aos casos em que os conteúdos metacientíficos são meramente referidos, é consideravelmente mais elevado na componente de Geologia (41%) do que na de Biologia (17%). Nos extratos de texto [101] e [102] transcrevem-se duas unidades de análise dos materiais dos professores do manual B, das componentes de Biologia e Geologia, correspondentes aos graus de enquadramento  $E^-$  e  $E^{-+}$ . No caso do extrato [102] os conhecimentos metacientíficos contemplados nessa unidade de análise, os quais se relacionam com a sociologia interna da ciência, são apresentados (Grau  $E^-$ ). Na unidade de análise transcrita no extrato [103], os conhecimentos metacientíficos contemplados, correspondentes às previsões científicas dos investigadores relativas à atividade do *Etna* e respetivas repercussões na sociedade e/ou no ambiente – dimensão sociológica externa - são apenas referidos (Grau  $E^{-+}$ ).

[101] *Biodiversidade*

*O termo biodiversidade provém de um outro – diversidade biológica – criado por Thomas Lovejoy, em 1980, e foi usado, pela primeira vez, pelo entomologista E.O. Wilson em 1986, num relatório apresentado ao primeiro Fórum Americano sobre a diversidade biológica, organizado pelo Conselho Nacional de Pesquisas dos EUA (National Research Council). Não há uma definição consensual para a biodiversidade, uma vez que este conceito abarca várias dimensões:*

- *Diversidade genética – diversidade dos genes de uma espécie;*
- *Diversidade de espécies – diversidade de espécies que se podem encontrar num determinado habitat;*
- *Diversidade ecológica – diversidade de biótopos e ecossistemas;*
- *Diversidade funcional – diversidade de processos biológicos e químicos necessários à sobrevivência de espécies e de comunidades bióticas.*

*A biodiversidade é afetada por vários fatores, muitos dos quais têm causas antropogénicas.*

*A figura seguinte sintetiza as principais relações entre as atividades humanas e a biodiversidade.*

*Eventualmente, todas as espécies se extinguem, ou evoluem, dando origem a novas espécies, no entanto, os biólogos estimam que diariamente, até 200 espécies sofrem extinção prematura devido, essencialmente, à ação humana.*

*Urge mudar este estado de coisas. O Homem depende da biodiversidade para a sua sobrevivência. A obtenção de alimentos, de combustíveis, de fibras, de madeira, de papel, de medicamentos e de muitos outros bens está dependente da manutenção da biodiversidade.*

*Miller, T. (1988). Living in the Environment. 13th Edition. Thomson. Pacific Grove (USA) (adaptado) (Manual B, Biologia, materiais dos professores, informação adicional, UA9, grau E).*

[102] *1. Leia atentamente o texto:*

*No dia 27 de Outubro de 2002, o Etna, Sicília-Itália – o maior e mais ativo vulcão da Europa – voltou a entrar em erupção, com uma assustadora torrente de fogo e lava a descer pelas suas encostas. Uma intensa nuvem de cinzas negras, que irritou os olhos das pessoas, manchou toda a região, tendo sido visível do outro lado do Mediterrâneo, nomeadamente na Líbia.*

*As equipas de proteção civil construíram sistemas barreiras para proteger as populações dos rios de lava. A primeira tentativa para desviar a lava do Etna foi em 1669, tendo sido bem sucedida pela primeira vez aquando da erupção de 1983.*

*Investigadores da geologia deste vulcão afirmam que a composição do magma primordial tem vindo a alterar-se, sendo de esperar mais erupções explosivas no futuro.*

*Questões: 1.1.) Caracterize, justificando, a última erupção do Etna quanto ao tipo de: 1.1.1.vulcanismo; 1.1.2.lava; 1.1.3.erupção; (1.2) Contextualize, tectonicamente, o vulcão Etna; (1.3) Comente, com base nos dados do texto, a seguinte afirmação: "Ao longo da sua vida geológica, um vulcão pode variar o seu estilo eruptivo"; (1.4) Identifique os principais perigos associados a esta erupção; (1.5) Indique formas de minimizar os riscos associados aos perigos indicados na questão anterior; (1.6) Explique em que medida a actividade vulcânica pode induzir alterações climáticas. (Manual B, Geologia, materiais dos professores, Exercício, UA53, grau E).*

Também se procedeu à análise do grau de explicitação de *o como* da construção da ciência, em que se avaliou em que medida as relações entre conhecimentos científicos e metacientíficos são explícitas<sup>30</sup>, nos materiais dos professores, de cada componente dos manuais A e B, apresentando-se os respetivos resultados na Figura 4.25 tendo em conta os dados apresentados no Apêndice 3. Estes resultados evidenciam um enquadramento fraco em todas as partes analisadas, o que significa que, no que se refere à construção da ciência, o discurso pedagógico dos manuais é pouco explícito não só no que diz respeito ao *o que* (conteúdos metacientíficos), mas também relativamente

<sup>30</sup> Tal como referido, esta análise do grau de explicitação de *o como* do discurso pedagógico de reprodução dos manuais, com referência às relações entre conhecimentos científicos e metacientíficos, incidiu apenas nas unidades de análise em que se verificou presença desse tipo de relações (classificações C<sup>-</sup> e C<sup>++</sup>).

ao *o como* (relação entre conhecimentos científicos e metacientíficos).

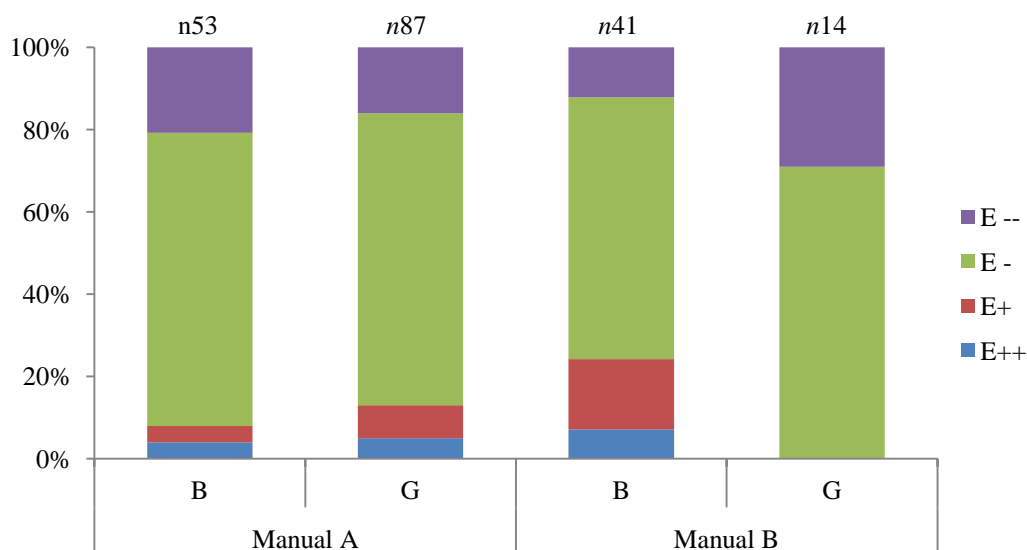


Figura 4.25. Frequência relativa das unidades de análise correspondentes aos vários graus de explicitação das relações entre conhecimentos científicos e metacientíficos, em cada uma das suas componentes (B e G) dos materiais dos professores de cada manual (A e B) (n- número total de unidades de análise consideradas).

Os dois graus de enquadramento correspondentes às situações de ausência de qualquer explicação para a relação entre conhecimentos científicos e metacientíficos ( $E^-$  e  $E^{--}$ ), assumem uma expressão considerável, com valores que variam entre os 75% na componente de Biologia do manual B e os 100% na componente de Geologia do mesmo manual. Com efeito, na grande maioria dos casos, essas relações são apenas apresentadas ( $E^-$ ) ou meramente referidas ( $E^{--}$ ). No extrato de texto [104], já apresentado para exemplificar uma unidade de análise avaliada com a classificação  $C^-$  (ver ponto 2.4 deste capítulo), as relações entre os conhecimentos relativos às metodologias da ciência e os conhecimentos científicos referentes à fotossíntese são apresentadas (enquadramento  $E^-$ ). No extrato de texto [103], os conhecimentos metacientíficos presentes nessa unidade de análise, referentes às relações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade, são relacionados com os conhecimentos científicos relativos às situações de risco geológico, sendo essa relação apenas referida.

[103] *Guia do professor: Sendo a fotossíntese um assunto por vezes problemático, procurámos abordá-la privilegiando a componente experimental, através de experiências realizadas pelos alunos ou levando-os a interpretar experiências célebres. Em todos os casos, pode fazer-se o diagnóstico de concepções alternativas e promover a troca conceptual. Ao mesmo tempo, e de forma gradual, os alunos vão racionalizando os conceitos e estabelecendo uma estrutura conceptual sólida.* (Manual A, Biologia, materiais dos professores, Guia do professor 44, UA222, grau  $E^-$ ).

[104] *Guia do professor: Uma vez que esta temática pode ser objeto de pesquisa por parte dos alunos, sugere-se que os alunos utilizem num dado motor de busca palavras-chave como natural hazard em*

*sítios anglófonos e aléas em sítios franceses. Consoante a perspectiva em que nos colocarmos, é possível considerar diversos tipos de riscos, sendo relativamente frequente agrupá-los em função da respetiva origem: naturais, antrópicos e mistos. Fala-se em risco natural quando o fenómeno que o produz está associado à evolução do nosso planeta, ao longo do tempo. Alguns autores subdividem este tipo de risco em geológicos (sismos, tsunamis e vulcões), climático- meteorológicos (tufões, furacões, chuvas torrenciais,...), riscos geomorfológicos (movimentos em massa,...) e riscos hidrológicos (cheias,...). Os riscos antrópicos podem ser agrupados em tecnológicos (fugas radioativas, poluição,...), sociais (guerras, fome, terrorismo,...) e biológicos (epidemias e pragas). Os riscos mistos ocorrem quando existe uma associação entre condições naturais e antrópicas (incêndios florestais, desertificação). (Manual A, Geologia, materiais dos professores, Guia do professor 60, UA194, grau E<sup>-</sup>).*

Está-se assim, perante um cenário em que, não obstante o elevado grau de relação entre ciência e metaciência manifestado ao nível dos manuais (ver ponto 2.4 deste capítulo), a verdade é que essa situação resulta pouco explícita para os professores. Os dois graus mais elevados de enquadramento apenas foram verificados em 8% e 13% das unidades de análise das componentes de Biologia e Geologia do manual A, respetivamente, e em 24% das unidades de análise da componente de Geologia do manual B. Nos extratos de texto [105] e [106] apresentam-se duas dessas unidades de análise, pertencentes aos materiais dos professores do manual A avaliadas com os graus enquadramento E<sup>+</sup> e E<sup>++</sup> com referência às relações entre conhecimentos científicos e metacientíficos. Em ambos os casos é contemplada uma explicação para a presença deste tipo de relações, sendo essa explicação incompleta no caso do extrato [105] (E<sup>+</sup>) e completa no caso do extrato [106] (E<sup>++</sup>).

[105] *Guia do professor*

*Não se pretende que a abordagem dos métodos para o estudo do interior da geosfera seja descritiva e centrada no conhecimento puro, mas sim que tire partido daquilo que os alunos já sabem, valorizando as dificuldades inerentes aos diferentes métodos, as suas limitações e o interesse em recorrer ao maior número possível de dados. O acessível e o inacessível, os métodos e o suporte de outras disciplinas, como a Física e a Matemática, devem ajudar os alunos a compreender que a atividade científica é um empreendimento coletivo e multidisciplinar onde a superação de obstáculos e dificuldades é uma constante. (Manual A, Geologia, materiais dos professores, Guia do professor 69, UA203, grau E<sup>+</sup>).*

[106] *É interessante que os alunos se apercebam das polémicas que muitas vezes acompanham o desenvolvimento do conhecimento científico. Este tema presta-se bem para uma análise dos diferentes pontos de vista, confrontando os e estabelecendo os pontos fortes e os pontos fracos das ideias defendidas por cada grupo de cientistas. É de salientar que alguns astrónomos não aceitam esta classificação. No ensino das ciências sempre se enfatiza a importância de os alunos aprenderem os produtos da ciência, ao mesmo tempo que aprendem sobre a própria ciência enquanto atividade humana. Como se constrói o conhecimento científico e as relações que mantém com a Sociedade e a Tecnologia, são dois aspetos importantes que podem educar cientificamente os jovens, na medida em que os ajuda a compreender o papel que a Ciência e a Tecnologia têm nas sociedades tecnológicas. Acontece que, em Agosto de 2006, e a propósito da polémica gerada à volta de Plutão, os alunos tiveram a oportunidade de vivenciar aspectos centrais relativos à ciência e tecnologia de forma directa, através dos (continua) media e a propósito de um assunto actual e que os interessa. É uma oportunidade fabulosa de os envolver e interessar pela actualidade científica que não pode ser desperdiçada e que pode ajudar a enriquecer esta discussão. (Manual A, Geologia, materiais dos professores, Guia do professor 39, UA175, grau E<sup>++</sup>).*

Considerando as duas componentes dos dois manuais, constata-se que é ao nível dos materiais de apoio da componente de Geologia do manual B que o grau de explicitação das relações entre conhecimentos científicos e metacientíficos é mais baixo. Nesta parte todas as unidades de análise são omissas relativamente a qualquer justificação relativa ao estabelecimento de relações entre conhecimentos científicos e metacientíficos<sup>31</sup> (graus de enquadramento  $E^-$  e  $E^{--}$ ). Curiosamente é também no manual B, mas na componente de Biologia, que se verifica o grau mais elevado deste tipo de intradisciplinaridade. Esta componente evidencia uma expressão mais acentuada, ainda que baixa, de unidades de análise correspondentes aos Graus  $E^+$  (17%) e  $E^{++}$  (7%), ou seja, dos casos em que se justifica a relação entre conhecimentos científicos e metacientíficos. Esta explicação é incompleta ( $E^+$ ) em 17% das unidades de análise e completa ( $E^{++}$ ) em 7% das unidades de análise.

Foi também considerada a análise do grau de explicitação dos conteúdos metacientíficos com referência a cada indicador, realizada ao nível das duas componentes dos materiais dos professores dos dois manuais, sendo os respetivos resultados apresentados no Apêndice 3. Verificou-se que nos materiais dos professores do manual A é ao nível dos *Temas/Conteúdos* e das *Orientações metodológicas* que a presença de conteúdos metacientíficos é mais explícita. Já no manual B, esses materiais evidenciam maior explicitação da metaciência nas *Atividades* e na *Avaliação* da componente de Biologia. No entanto, há que ter em consideração que no indicador *Avaliação* desta parte do manual B apenas foram consideradas duas unidades de análise, ambas avaliadas com grau enquadramento  $E^-$ , o mais elevado que se verificou nos materiais dos professores deste manual. No que diz respeito à componente de Geologia, em que se verificou enquadramento da metaciência mais elevado ao nível das *Atividades* e dos *Esquemas/Diagramas/Imagens*, há que assinalar que a representatividade da metaciência nesta componente dos materiais do manual B é tão baixa, que a análise do seu grau de explicitação assume pouco significado.

Foi ainda considerada a análise do grau de explicitação das relações entre

---

<sup>31</sup> O instrumento de avaliação do grau de explicitação das relações entre conhecimentos científicos e metacientíficos inclui quatro graus de enquadramento:  $E^-$ ,  $E^{--}$ ,  $E^+$  e  $E^{++}$ . Os graus  $E^+$  e  $E^{++}$  correspondem aos casos em que, para além de serem apresentadas as relações entre conhecimentos científicos e metacientíficos, também é contemplada uma justificação para a inclusão desse tipo de relações. Esta é considerada incompleta (grau  $E^+$ ) quando menciona o seu significado para o ensino/aprendizagem da metaciência e das ciências em geral. Quando, para além disso, faz referência à perspetiva do manual relativamente a esse aspeto, é considerada completa (grau  $E^{++}$ ).



conhecimentos científicos e metacientíficos nas duas componentes dos materiais dos professores dos dois manuais, com referência a cada indicador. No manual A, é claramente ao nível das *Orientações metodológicas* dos materiais de ambas as componentes que a intradisciplinaridade entre ciência e metaciência é mais explícita. A unidade de análise que a seguir se transcreve - extrato de texto [107], retirada dos materiais dos professores do manual A, é um caso de enquadramento E<sup>+</sup>, que se integra no indicador *Orientações metodológicas*.

[107] *Guia do professor 53: A realização desta atividade prática simula a formação das crateras de impacto. Não esquecer, contudo, que este modelo é pouco fiável, pois os materiais envolvidos na experiência diferem muito daqueles que estão presentes na Lua. Esta atividade é sugerida no programa, mas não é possível fazer grandes inferências porque tanto os materiais como as condições ambientais são muito diversos.*

*Talvez a discussão da sua validade possa conduzir à compreensão da especificidade dos diferentes planetas e satélites. A leitura do documento, incluído no Dossier do Professor, pode contribuir para uma melhor compreensão desta temática.*

*As simulações são instrumentos pedagógicos de inegável valor, contudo podem contribuir para o desenvolvimento de concepções alternativas. Na discussão do trabalho importa ajudar os alunos a, partindo do observável e concreto da simulação, atingir a abstração. Por isso, é necessário não só valorizar as semelhanças entre a simulação e a realidade mas também sublinhar as grandes diferenças. (Manual A, Geologia, materiais dos professores, Guia do professor 53, UA188, grau E<sup>+</sup>).*

Quanto ao manual B, como ao nível dos materiais dos professores o número de unidades de análise consideradas (B: n=9; G: n=14)<sup>32</sup> é consideravelmente mais baixo relativamente às restantes partes dos manuais, esta análise do grau de explicitação por indicador configura-se pouco relevante. Para além disso, na componente de Biologia desses materiais apenas foram encontradas relações entre conhecimentos científicos e metacientíficos ao nível dos *Temas/Conteúdos*, não se justificando assim que se averigue o grau de explicitação deste tipo de intradisciplinaridade com referência a cada indicador.

Estes resultados obtidos para a explicitação da mensagem relativa à construção da ciência ao nível dos dois manuais escolares mostram que, tal como no programa (e provavelmente também devido a ele) esta é pouco explícita. Por conseguinte, os professores que lecionam Biologia e Geologia ao 10.º ano com base nos manuais analisados neste estudo, não dispõem de orientações explícitas relativamente ao *o que* e ao *o como* da componente metacientífica do discurso pedagógico a implementar. Na verdade, quer consultem o programa, quer se baseiem nos manuais escolares, são confrontados com mensagens pouco explícitas relativamente aos conteúdos

<sup>32</sup> Apenas foram consideradas as unidades de análise que contemplam relações entre conhecimentos científicos e metacientíficos (Classificação C<sup>-</sup> e C<sup>+</sup>).

(conhecimentos e capacidades) metacientíficos a ser contemplados no ensino da Biologia e Geologia do 10.º ano e às relações a estabelecer entre os conhecimentos científicos e metacientíficos, ou seja, relativamente à forma como estes devem ser transmitidos-adquiridos. A implementação da metaciência por parte desses professores será assim sobretudo condicionada pelas suas concepções, ou seja, pelos seus princípios ideológicos e pedagógicos relativamente à construção da ciência. Se, para além de ser pouco explícita, a componente metacientífica do discurso pedagógico sofrer uma recontextualização acentuada quando se passa do programa para os manuais, bem como no interior desses textos, os professores terão dificuldades acrescidas para a implementar em contexto de sala de aula. Discrepâncias entre esses dois textos que daí podem resultar contribuirão, com certeza, para tornar ainda menos claras, para os docentes, as orientações expressas no discurso pedagógico, podendo causar recontextualizações acentuadas deste em contexto de sala de aula.

#### **4. ANÁLISE COMPARATIVA DO PROGRAMA E DOS MANUAIS DE BIOLOGIA E GEOLOGIA DO 10º ANO**

Um dos objetivos desta investigação consistiu em comparar o discurso pedagógico oficial veiculado no programa de Biologia e Geologia do 10.º ano com o discurso pedagógico de reprodução presente em dois manuais dessa disciplina, com referência à natureza e grau de complexidade dos conteúdos (conhecimentos e capacidades) metacientíficos, bem como à relação entre conhecimentos científicos e metacientíficos e à explicitação da construção da ciência. Com esta comparação pretendeu-se analisar o sentido e a extensão dos processos de recontextualização que ocorrem quando se passa do programa para os manuais, bem como no interior desses textos, relativamente aos aspetos da construção da ciência considerados. Neste sentido, apresenta-se, neste subcapítulo, a análise comparativa do programa e dos dois manuais – corpo principal e materiais dos professores - com referência à natureza e grau de complexidade dos conteúdos (conhecimentos e capacidades) metacientíficos, bem como à relação entre conhecimentos científicos e metacientíficos e à explicitação da construção da ciência.

De acordo com os procedimentos metodológicos descritos no capítulo da Metodologia, o programa de Biologia e Geologia do 10.º ano, o corpo principal e os materiais dos professores dos dois manuais dessa disciplina que constituíram objeto do presente estudo foram divididos em unidades de análise. Cada uma dessas unidades foi analisada quanto à presença ou não de conteúdos relacionados com a construção da ciência, tendo assim, para cada um dos textos, sido determinada a frequência relativa das unidades de análise que contemplavam conteúdos científicos e conteúdos metacientíficos. Nos casos em que estavam presentes conteúdos metacientíficos, foi averiguado se estes correspondiam a conhecimentos, a capacidades ou a ambos, de forma a determinar a frequência relativa das unidades de análise que os contemplavam. Após estes procedimentos, que conduziram ao estudo da distribuição relativa de conteúdos científicos e conteúdos metacientíficos, bem como da distribuição relativa de capacidades e conhecimentos metacientíficos, cada uma dessas unidades foi então analisada em termos de *o que* e de *o como* do discurso pedagógico presente nos três tipos de texto.

#### **4.1. Distribuição relativa dos conhecimentos e das capacidades metacientíficos**

Os resultados apresentados na Figura 4.26 dizem respeito à distribuição relativa dos conteúdos científicos e dos conteúdos metacientíficos, no programa e nos dois manuais (Manuais A e B - MA e MB), não considerando ainda a separação entre conhecimentos e capacidades. Como mostram os dados do gráfico, verificam-se algumas diferenças na expressão dos conteúdos metacientíficos entre os três tipos de texto analisados (programa, corpo dos manuais e materiais dos professores), ainda que pouco acentuadas. O aspeto que mais se destaca nesta análise comparativa é a expressão mais acentuada dos conteúdos metacientíficos ao nível da componente de Geologia do programa e do manual A, tanto no corpo do manual como nos materiais dos professores.

De facto, é na componente de Geologia do programa, sobretudo nas suas orientações gerais (OrG – G), que são encontrados mais conteúdos metacientíficos, seguindo-se a componente de Geologia do manual A (MA – G), quer ao nível do corpo do manual, quer ao nível dos materiais dos professores. Estes resultados mostram assim que, em termos de presença de conteúdos metacientíficos, é na componente de Geologia do programa e do manual A que é atribuída maior importância à construção da ciência.

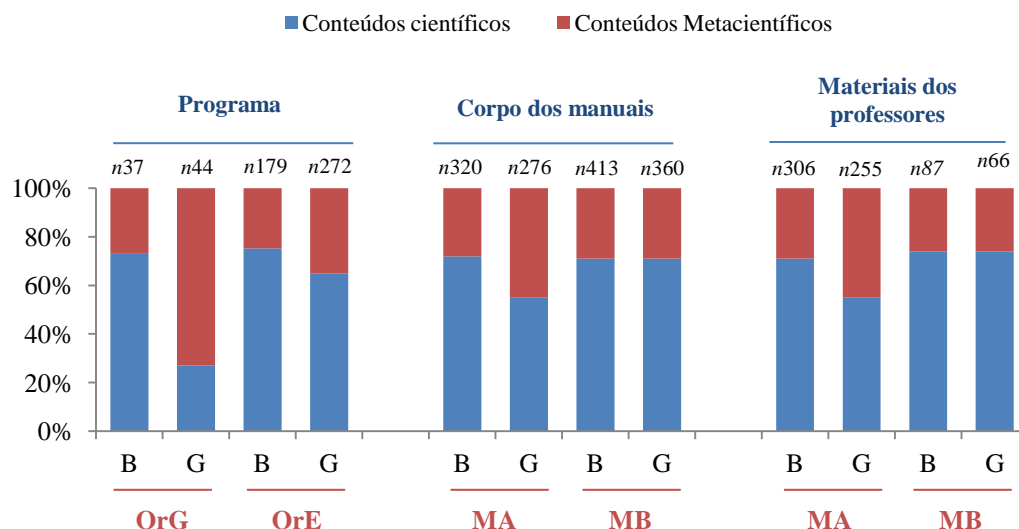
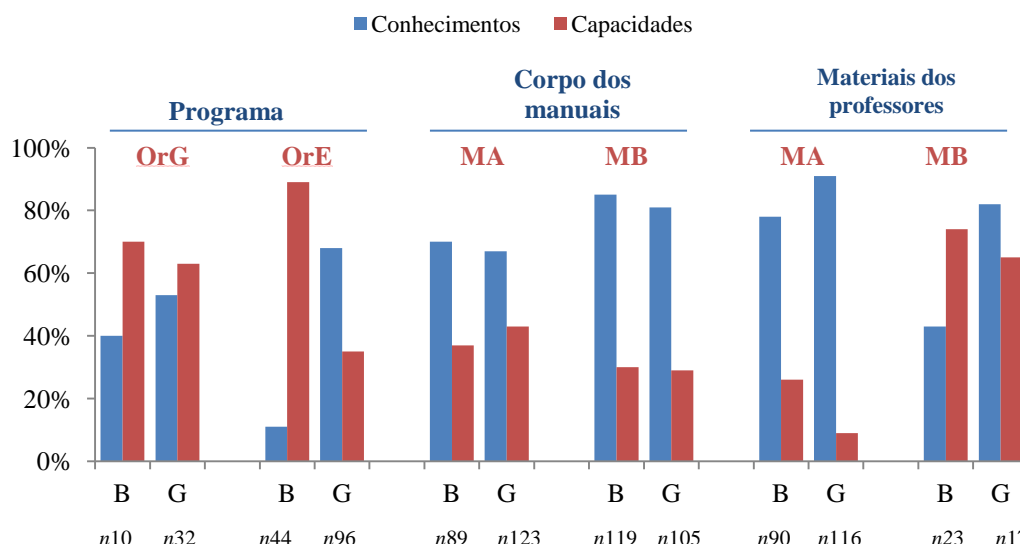


Figura 4.26. Distribuição relativa dos conteúdos científicos e dos conteúdos metacientíficos no programa, no corpo e nos materiais dos professores dos dois manuais escolares (A e B) de Biologia e Geologia do 10º ano (B – componente de Biologia; G – componente de Geologia; OrG – orientações gerais; OrE – orientações específicas; MA – manual A; MB – manual B; n – número total de unidades de análise consideradas).

Quanto aos dois manuais, verifica-se que são muito próximos, em cada um, os resultados obtidos ao nível da parte destinada aos alunos (corpo do manual) e dos materiais dos professores. Esta coerência em termos da distribuição relativa dos conteúdos científicos e metacientíficos também se verifica entre as duas componentes (Biologia e Geologia) do manual B. No manual A já não acontece o mesmo, sendo a expressão dos conteúdos relacionados com a construção da ciência maior ao nível da componente de Geologia. Estas discrepâncias entre as componentes de Biologia e Geologia relativamente à importância atribuída à metaciência no programa, no corpo e nos materiais dos professores do manual A indiciam processos de recontextualização interna do discurso pedagógico nesses três textos. Nestes, quando se passa da componente de Biologia para a de Geologia, os conteúdos relacionados com a construção da ciência são mais valorizados. Esta recontextualização interna é particularmente acentuada nas orientações gerais da componente de Geologia.

O gráfico da Figura 4.27 diz respeito aos resultados da distribuição relativa dos conhecimentos e das capacidades referentes à construção da ciência no programa e nos dois manuais escolares, considerando a parte destinada aos alunos e os materiais dos professores. Estes resultados revelam uma acentuada discrepância entre o programa e os manuais (corpo dos manuais e materiais dos professores), relativamente à distribuição relativa dos conhecimentos e das capacidades metacientíficos.



*Figura 4.27.* Distribuição relativa dos conhecimentos e das capacidades relativos à construção da ciência no programa, no corpo principal e nos materiais dos professores dos dois manuais escolares (A e B) de Biologia e Geologia do 10º ano (B – componente de Biologia; G – componente de Geologia; OrG – orientações gerais; OrE – orientações específicas; MA – manual A; MB – manual B; n – número total de unidades de análise consideradas).

No programa, à exceção das orientações específicas da componente de Geologia, verifica-se que a expressão das capacidades metacientíficas é superior à dos conhecimentos metacientíficos. Nos manuais, excetuando a componente de Biologia dos materiais dos professores do manual B, acontece o oposto, sendo mais valorizados os conhecimentos do que as capacidades. Esta discrepância entre o programa e os manuais deve ser considerada tendo subjacente a ideia de que a diferente natureza destes dois tipos de texto, um de cariz orientador e outro vocacionado para o desenvolvimento de conteúdos, condiciona naturalmente a importância relativa atribuída aos conhecimentos e às capacidades (ver ponto 2 deste capítulo).

Não obstante, as diferenças encontradas relativamente à distribuição relativa de conhecimentos e de capacidades metacientíficos dentro de cada documento (programa e manuais), são passíveis de vir condicionar o ensino/aprendizagem da metaciência. Por exemplo, no caso do programa, o facto de a expressão das capacidades metacientíficas ser acentuadamente superior à dos conhecimentos metacientíficos significa que, no que se refere à construção da ciência, são preconizadas capacidades que implicam a mobilização de conhecimentos que não são assumidos na listagem de conteúdos. Por outro lado, como por exemplo acontece no caso dos materiais dos professores do manual A, o facto de, no que se refere à metaciência, prevalecerem os conhecimentos relativamente às capacidades, implica que fique por esclarecer o que se pretende com

parte desses conhecimentos: que os alunos apenas os conheçam ou compreendam?, que vão um pouco mais longe e sejam capazes de os aplicar em novas situações?, que os utilizem em situações de aprendizagem que envolvem análise ou avaliação de casos concretos?

Estes resultados evidenciam uma recontextualização acentuada do discurso pedagógico, quando passa do programa para os manuais (corpo dos manuais e materiais dos professores), que se traduz num aumento da importância atribuída aos conhecimentos metacientíficos, acontecendo o oposto com as capacidades metacientíficas, que passam a ser menos valorizadas.

## **4.2. Natureza dos conteúdos (conhecimentos e capacidades) metacientíficos**

Após o estudo da distribuição relativa de conteúdos científicos e conteúdos metacientíficos e da distribuição relativa de capacidades e conhecimentos metacientíficos, cada uma das unidades de análise que contemplavam conteúdos metacientíficos (conhecimentos ou capacidades) foi então estudada em termos de *o que* e de *o como* do discurso pedagógico presente nos três tipos de texto. No que se refere ao *o que*, foi analisada a natureza dos conteúdos (conhecimentos e capacidades) relacionados com a construção da ciência, tendo sido determinadas as dimensões da construção da ciência (Ziman, 1984) com as quais esses conhecimentos e/ou capacidades se relacionavam.

### **4.2.1. Natureza dos conhecimentos metacientíficos**

Considerando a análise comparativa da natureza dos conhecimentos presentes na componente metacientífica do programa e dos dois manuais de Biologia e Geologia do 10º ano, apresentam-se os gráficos da Figura 4.28. Estes dizem respeito à distribuição das dimensões da construção da ciência ao nível dos conhecimentos metacientíficos, no programa, no corpo principal dos manuais e nos materiais dos professores associados a cada manual.

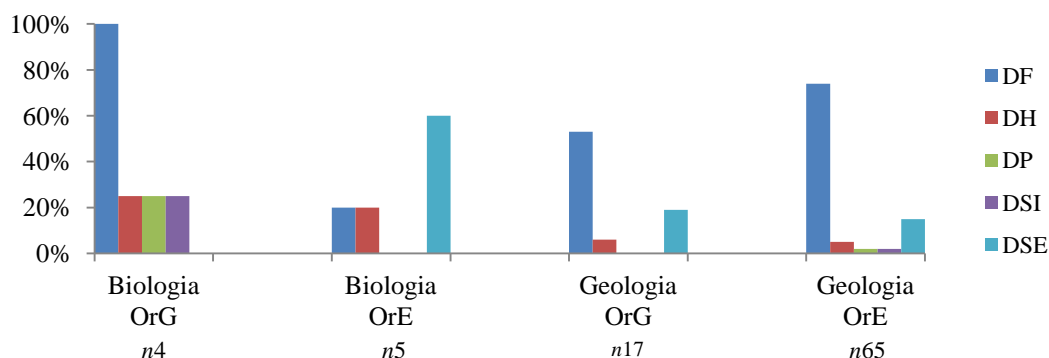
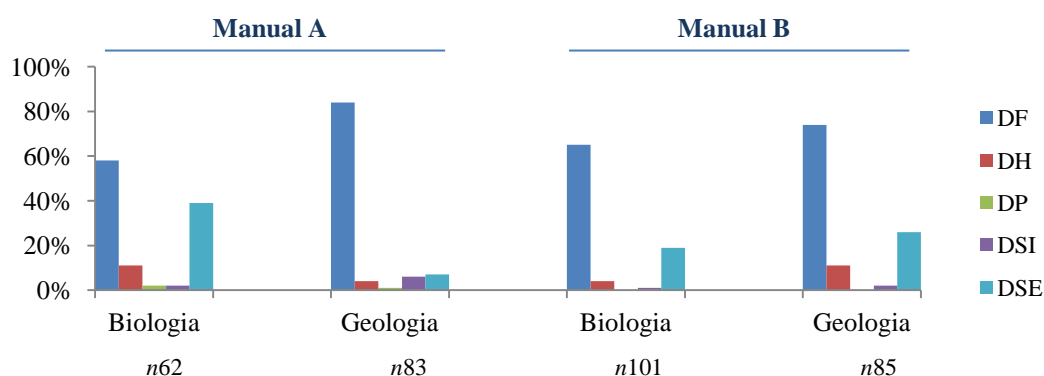
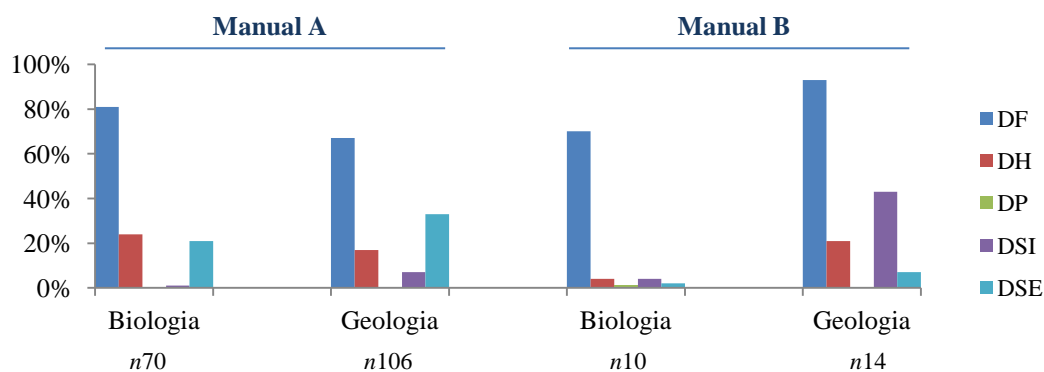
*Programa**Corpo dos manuais**Materiais dos professores*

Figura 4.28. Distribuição das dimensões da construção da ciência ao nível dos conhecimentos presentes na componente metacientífica do programa, do corpo principal e dos materiais dos professores dos dois manuais escolares (A e B) de Biologia e Geologia do 10º ano (OrG – orientações gerais; OrE – orientações específicas; n – número total de unidades de análise consideradas).

Estes resultados evidenciam a prevalência da dimensão filosófica, em ambas as componentes do programa e dos manuais, ao nível do corpo principal e dos materiais dos professores. Por conseguinte, ao nível dos conhecimentos metacientíficos, os aspetos da construção da ciência a que é atribuída mais importância no programa e nos

manuais são os que dizem respeito às metodologias da ciência. No programa<sup>33</sup>, e nos dois manuais, à exceção dos materiais do manual B, seguem-se as relações entre a ciência a tecnologia e a sociedade (DSE), como a segunda dimensão da construção da ciência mais contemplada e a história da ciência (DH) em terceiro lugar. Já no que diz respeito às características psicológicas dos cientistas (DP), bem como às relações que se estabelecem dentro da comunidade científica (DSI), é atribuída pouca importância.

Nos materiais dos professores do manual B, o cenário é um pouco diferente, verificando-se que as relações entre a ciência a tecnologia e a sociedade (DSE) têm uma expressão mais modesta, sendo a história da ciência e a sua sociologia interna as dimensões que mais se destacam a seguir à dimensão filosófica.

Estes resultados permitem constatar que, em termos de importância atribuída às diferentes dimensões da construção da ciência ao nível dos conhecimentos, existe alguma coerência entre os manuais (corpo dos manuais e materiais dos professores) e a componente de Geologia do programa. Efetivamente, não se verificam processos de recontextualização acentuados quando se passa dessa componente do programa para os manuais, relativamente à natureza dos conhecimentos metacientíficos. O mesmo não se verifica quando se considera a componente de Biologia do programa, ao nível da qual os resultados da análise deste parâmetro evidenciam diferenças acentuadas relativamente às restantes partes analisadas. No entanto, no que se refere a esta componente do programa, devido à baixa expressão dos conhecimentos metacientíficos que manifesta (ver nota 32), esta análise comparativa é feita com algumas reservas.

#### **4.2.2. Natureza das capacidades metacientíficas**

Considerando a análise comparativa da natureza das capacidades metacientíficas no programa, no corpo dos manuais e nos respetivos materiais dos professores, apresentam-se, na Figura 4.29, os resultados da identificação das dimensões da

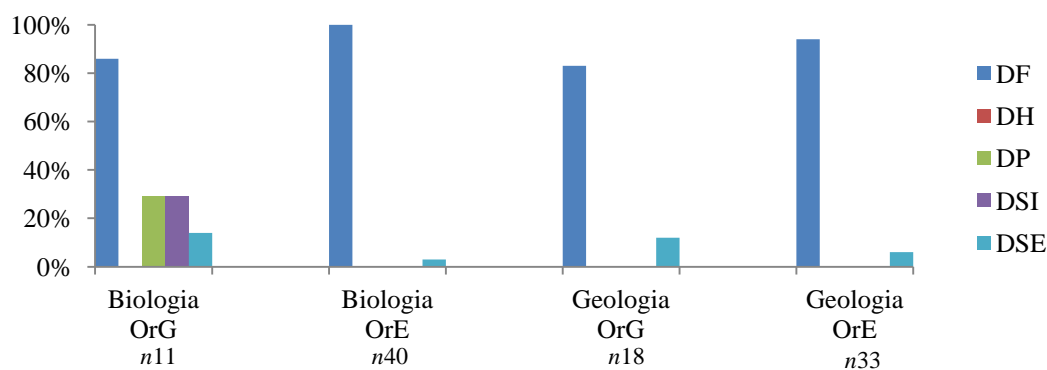
---

<sup>33</sup> Sublinha-se que, no caso da componente de Biologia do programa, estes resultados dizem respeito apenas a quatro unidades de análise, nas orientações gerais (OrG) e a cinco unidades de análise nas orientações específicas (OrE), o que relativiza as comparações que possam ser feitas entre essa componente do programa, a componente de Geologia e os manuais. Além disso, nas orientações gerais, no que se refere aos conhecimentos relativos às dimensões histórica, psicológica e sociológica interna, apenas existe uma referência a cada uma. Nas orientações específicas as dimensões filosófica e histórica também são referenciadas apenas uma vez cada uma.

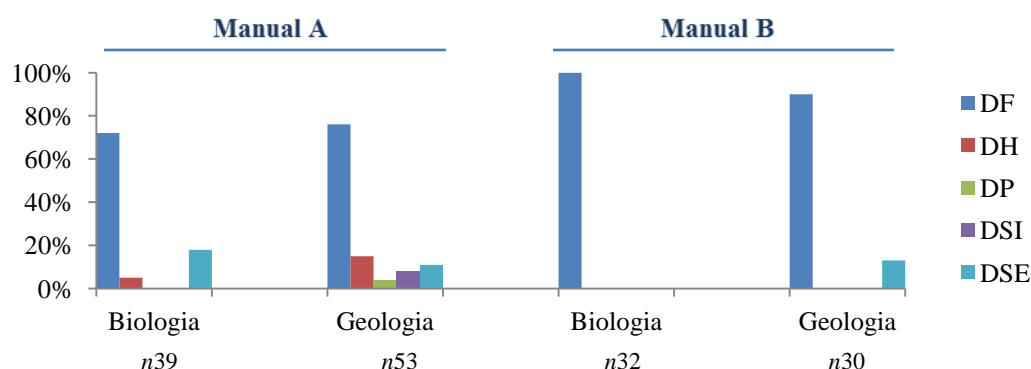


construção da ciência de Ziman (1984) a que se referem as capacidades metacientíficas constantes nesses três textos.

### *Programa*



### *Corpo dos manuais*



### *Materiais dos professores*

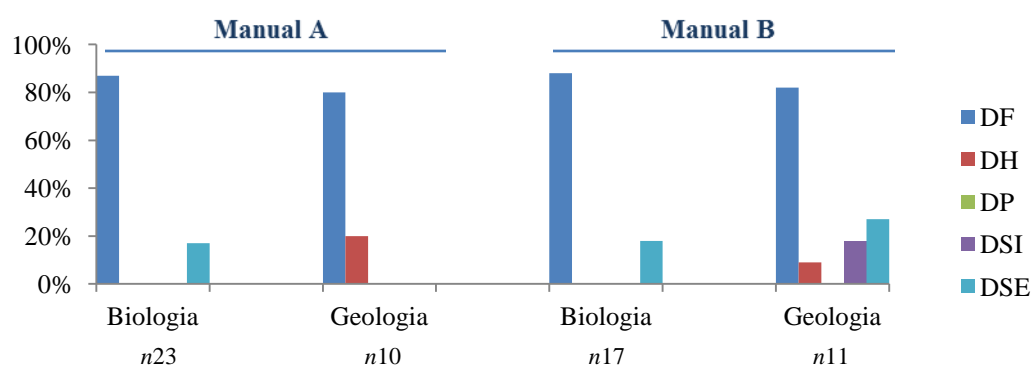


Figura 4.29. Distribuição das dimensões da construção da ciência ao nível das capacidades presentes na componente metacientífica do programa, do corpo principal e dos materiais dos professores dos dois manuais escolares (A e B) de Biologia e Geologia do 10º ano (OrG – orientações gerais; OrE – orientações específicas; n – número total de unidades de análise consideradas).

Estes resultados revelam, ao nível do programa e dos manuais (corpo do manual e materiais dos professores), e à semelhança do que acontece com os

conhecimentos, uma prevalência da dimensão filosófica, seguida da dimensão sociológica externa. Aliás, essa prevalência da dimensão filosófica é ainda mais acentuada do que no caso dos conhecimentos. A este propósito é importante referir que uma grande parte das capacidades é de natureza investigativa, pertencendo à vertente prático/experimental e portanto à dimensão filosófica. Não obstante, esta parece ser uma opção mais baseada na importância da vertente prático/experimental ao nível cognitivo, do que na necessidade de incluir esse conteúdo metacientífico no ensino das ciências, enquanto parte integrante da construção da ciência.

Verifica-se também uma menor presença de capacidades associadas às restantes dimensões da construção da ciência do que ao nível dos conhecimentos. Quer isto dizer que, no que diz respeito à construção da ciência, quer o programa, quer os manuais, preconizam conhecimentos relativos a determinadas dimensões da construção da ciência que não são contemplados ao nível das capacidades, ficando assim por esclarecer que tipo de capacidades devem ser desenvolvidas com esses conhecimentos. Esta é uma dúvida com a qual professores e autores dos manuais escolares se podem confrontar, e que é passível de ter implicações quer ao nível da implementação do programa, no caso dos professores, quer ao nível da sua recontextualização por parte dos autores dos manuais escolares.

Destaca-se uma acentuada diferença entre os dois manuais relativamente à variedade de dimensões da construção da ciência que contemplam ao nível das capacidades. No corpo do manual A verifica-se uma maior riqueza em dimensões da construção da ciência do que na parte equivalente do manual B. Já no que se refere aos materiais dos professores, acontece o oposto, sendo o manual B o que apresenta maior diversidade de dimensões da construção da ciência, sobretudo na componente de Geologia. De facto, verifica-se que também entre as duas componentes de cada manual se constata diferenças relativas à diversidade de dimensões da construção da ciência que contemplam ao nível das capacidades. Em ambos os manuais, quer na parte destinada aos alunos (corpo do manual), quer nos materiais dos professores, a componente de Geologia integra uma maior diversidade de aspetos relativos à metaciência do que a de Biologia.

Entre o programa e os manuais, verifica-se uma recontextualização pouco acentuada no que diz respeito às dimensões da construção da ciência mais visadas ao nível das capacidades (dimensões filosófica e sociológica externa), o mesmo não

acontecendo com a diversidade de dimensões da construção da ciência consideradas. De facto, no que se refere a este aspeto, verifica-se uma recontextualização acentuada do discurso pedagógico, quando passa do programa para os manuais. O sentido deste processo é diferente, consoante se trata do manual A ou do manual B, ou mesmo do corpo dos manuais ou dos materiais dos professores que lhes estão associados. Por exemplo, quando se passa do programa para a componente de Geologia do corpo do manual A ou para a mesma componente dos materiais dos professores do manual B, a diversidade de dimensões da construção da ciência contempladas aumenta. No entanto, esta diversidade de aspetos relativos à metaciência diminui quando se considera a passagem do discurso pedagógico do programa para ambas as componentes do corpo do manual B.

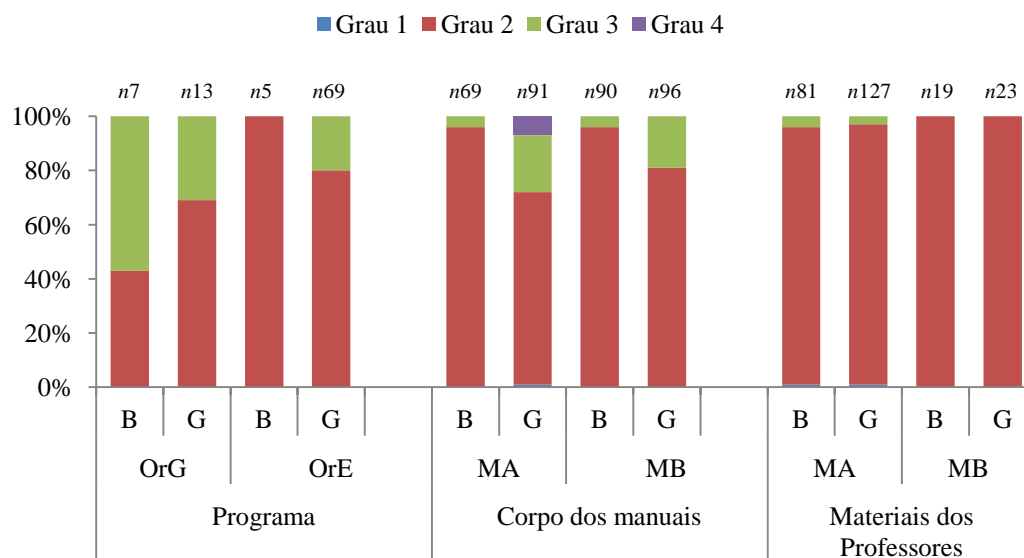
#### **4.3. Grau de complexidade dos conteúdos (conhecimentos e capacidades) metacientíficos**

Em cada um dos textos (programa, corpo e materiais dos professores dos manuais), após a análise da natureza dos conhecimentos e das capacidades metacientíficos contemplados em cada unidade de análise, procedeu-se à avaliação do seu grau de conceptualização.

##### **4.3.1. Grau de complexidade dos conhecimentos metacientíficos**

A análise comparativa do grau de conceptualização dos conhecimentos metacientíficos no programa e nos manuais escolares conduziu aos resultados expressos na Figura 4.30. Estes evidenciam um baixo grau de complexidade dos conhecimentos metacientíficos tanto no programa como nos dois manuais, que é ainda mais acentuado ao nível dos materiais de apoio aos professores, sobretudo nos que estão associados ao manual B. De facto, está-se perante uma percentagem muito elevada de Grau 2 de conceptualização, correspondente a conceitos simples com baixo grau de abstração, tendo os conhecimentos complexos (Grau 3) uma expressão consideravelmente mais baixa (ver nota 32). Considerando as orientações específicas do programa e a parte dos manuais que se destina aos alunos, fica bem patente que é a componente de Geologia a

que revela maior conceptualização ao nível dos conhecimentos metacientíficos. Já nas orientações gerais do programa e nos materiais dos professores, é na componente de Biologia que se verifica maior grau de complexidade dos conhecimentos metacientíficos. Nesta apreciação há no entanto que ter em consideração a baixa representatividade dessa componente em termos de referências à construção da ciência (ver nota 32).



*Figura 4.30.* Grau de conceptualização dos conhecimentos metacientíficos no programa, no corpo principal e nos materiais dos professores dos dois manuais escolares (A e B) de Biologia e Geologia do 10º ano (B – componente de Biologia; G – componente de Geologia; OrG – orientações gerais; OrE – orientações específicas; MA – manual A; MB – manual B; n – número total de referências consideradas).

Para além das diferenças entre as componentes de Biologia e Geologia ao nível do programa e dos manuais, os dados expressos na Figura 4.30 também evidenciam a ocorrência de descontinuidades entre as mensagens dos diferentes textos (programa, corpo dos manuais e materiais destinados aos professores), as quais refletem uma recontextualização do discurso pedagógico quando é transposto do campo da recontextualização oficial (programa) para o campo da recontextualização pedagógica (manuais). A extensão e o sentido deste processo são diferentes consoante a parte do programa (Biologia ou Geologia; OrG ou OrE) ou o manual (MA ou MB) considerados. Por exemplo, quando se passa do programa para os materiais dos professores, sobretudo os do manual B, é bem patente a diminuição da conceptualização dos conhecimentos metacientíficos. Já no que se refere ao corpo dos manuais, parece que a recontextualização do discurso pedagógico levada a cabo pelos seus autores não foi tão acentuada, verificando-se apenas uma ligeira diminuição do grau de complexidade dos

conhecimentos metacientíficos, à exceção do que acontece na componente de Geologia do manual A. Nesta, a concetualização dos conhecimentos relativos à construção da ciência não parece ter diminuído em sede de recontextualização por parte dos autores dos manuais, até porque é a única das partes analisadas que contempla o grau máximo de concetualização (Grau 4).

Para além dos processos de recontextualização verificados entre os diferentes tipos de texto relativamente à concetualização dos conhecimentos metacientíficos, há também que considerar os que ocorrem no seu interior. Por exemplo, em cada componente do programa, quando se passa das intenções expressas nas orientações gerais (OrG) para a sua concretização nas orientações específicas (OrE), o grau de complexidade dos conhecimentos metacientíficos baixa. Por outro lado, em cada manual, quando se passa da parte destinada aos alunos para os materiais de apoio aos professores, também diminui a conceptualização dos conhecimentos metacientíficos

Outro aspeto que se destaca nesta análise diz respeito ao facto de o manual A, quer ao nível da parte de desenvolvimento de conteúdos (corpo do manual), quer ao nível dos materiais dos professores, revelar maior grau de complexidade dos conhecimentos metacientíficos do que o manual B.

#### **4.3.2. Grau de complexidade das capacidades metacientíficas**

A caracterização do grau de conceptualização das capacidades metacientíficas, no programa e nos manuais, considerando as partes que os constituem, permitiu obter os resultados apresentados na Figura 4.31. Estes permitem constatar que a conceptualização das capacidades metacientíficas é superior à dos conhecimentos, mais elevada no programa do que nos manuais e, no que se refere a estes, mais elevada na parte destinada aos alunos do que nos materiais dos professores. Assim, no caso das capacidades metacientíficas, verifica-se uma recontextualização do discurso pedagógico levada a cabo pelos autores dos manuais, que se processa no sentido de diminuir o seu grau de complexidade, sendo esta diminuição mais acentuada nos materiais dos professores. A extensão deste processo de recontextualização é menor ou maior, consoante se considera a passagem do programa para o manual A ou para o manual B, devido à diferença entre estes dois manuais, em termos de complexidade das

capacidades metacientíficas. Estes resultados evidenciam que, entre os dois manuais (corpo principal e materiais dos professores), é ao nível do manual A que a conceptualização das capacidades relacionadas com a construção da ciência é maior. Para além destas discrepâncias entre os textos analisados, evidenciam-se ainda outras no interior destes, indiciando processos de recontextualização interna do discurso pedagógico.

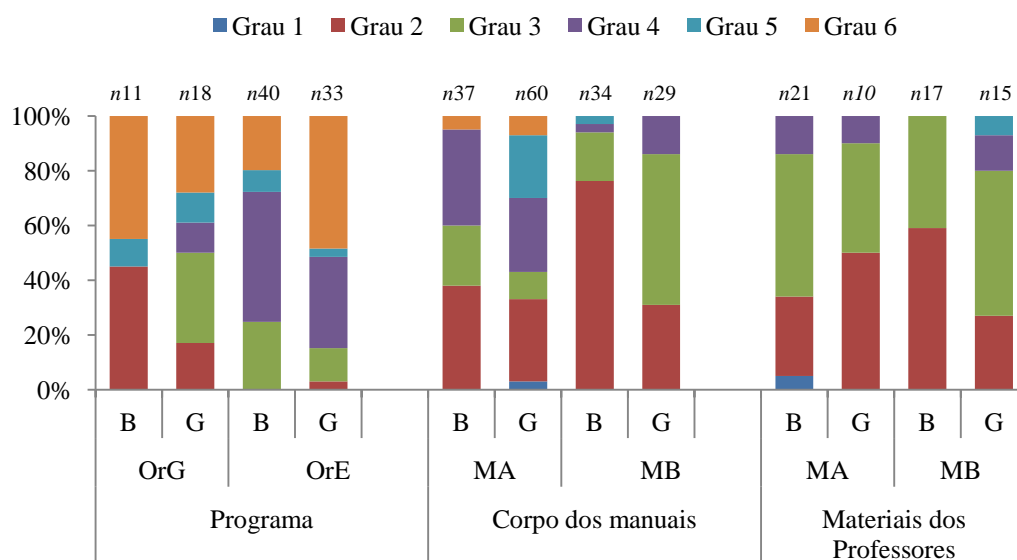


Figura 4.31. Grau de conceptualização das capacidades metacientíficas no programa, no corpo principal e nos materiais dos professores dos dois manuais escolares (A e B) de Biologia e Geologia do 10º ano (B – componente de Biologia; G – componente de Geologia; OrG – orientações gerais; OrE – orientações específicas; MA – manual A; MB – manual B; n – número total de referências consideradas).

No programa, em cada uma das componentes de Biologia e Geologia, quando se passa das orientações gerais (OrG) para as orientações específicas (OrE), aumenta o grau de conceptualização das capacidades, acontecendo o oposto com os conhecimentos, cujo grau de complexidade baixa (Figura 4.30). Além disso, tanto no corpo dos manuais como no programa, tal como acontece com os conhecimentos, a conceptualização das capacidades relativas à construção da ciência é mais elevada na componente de Geologia do que na de Biologia.

Já nos materiais dos professores, texto em que as capacidades metacientíficas são menos conceptualizadas, verifica-se que, quando se passa da componente de Biologia para a de Geologia, o seu grau de complexidade diminui no manual A e aumenta no manual B.

#### 4.4. Relação entre conhecimentos científicos e conhecimentos metacientíficos

A análise de *o como* do programa, do corpo principal e dos materiais dos professores dos manuais, na vertente do contexto de transmissão-aquisição que se refere à relação professor-aluno, incidiu na relação entre conhecimentos científicos e conhecimentos metacientíficos. Esta análise consistiu na averiguação desse grau de relação em cada unidade de análise que contemplava conhecimentos metacientíficos, ao nível dos três textos considerados, apresentando-se os respetivos resultados na Figura 4.32. Estes revelam claramente que nos manuais o grau de relação entre conhecimentos científicos e metacientíficos é superior, o que é ainda mais evidente ao nível dos materiais dos professores.

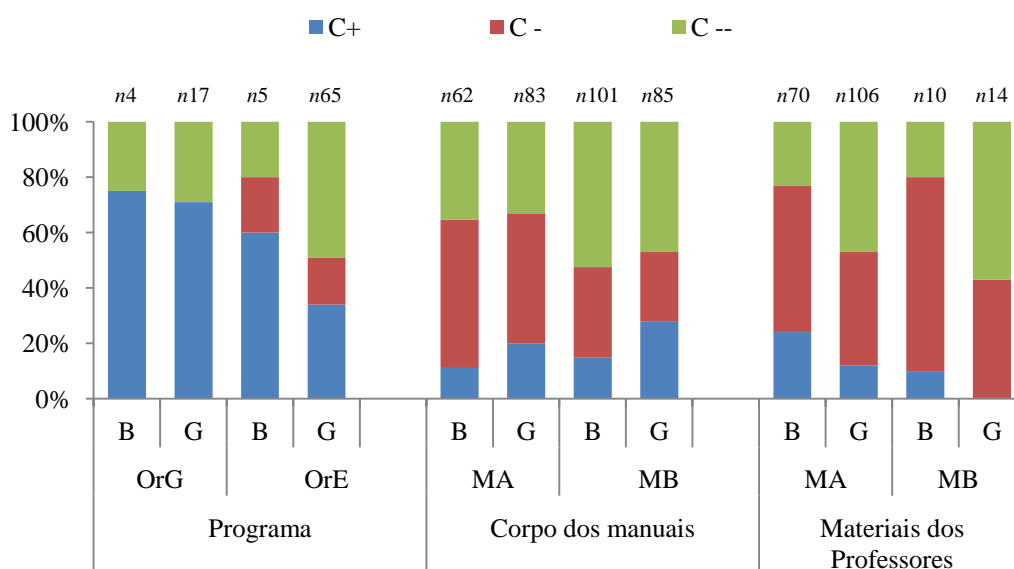


Figura 4.32. Grau de relação entre conhecimentos científicos e metacientíficos no programa, no corpo principal e nos materiais dos professores dos dois manuais escolares (A e B) de Biologia e Geologia do 10º ano (B – componente de Biologia; G – componente de Geologia; OrG – orientações gerais; OrE – orientações específicas; MA – manual A; MB – manual B; n – número total de unidades de análise consideradas).

De facto, tanto nas orientações gerais como nas orientações específicas de cada componente do programa, a expressão das unidades de análise com classificação  $C^{+34}$ , correspondente a ausência deste tipo de relações, é muito superior à manifestada ao nível da parte dos manuais que se destina aos alunos e, ainda mais, dos respetivos

<sup>34</sup> No instrumento utilizado para a análise da relação entre conhecimentos científicos e metacientíficos a classificação extrema mais forte ( $C^{++}$ ) foi considerada para os casos em que havia presença apenas de conceitos científicos. O gráfico da Figura 4.32 apenas contempla os casos em que há presença de conhecimentos metacientíficos, não considerando a classificação  $C^{++}$ . A classificação  $C^{+}$  corresponde aos casos em que há presença de conhecimentos metacientíficos, mas sem que estes se relacionem com os conhecimentos científicos.

materiais dos professores. Efetivamente, é ao nível destes que o grau de relação entre conhecimentos científicos e metacientíficos é mais elevado. Comparando os dois manuais no que se refere à parte destinada aos alunos (corpo dos manuais), verifica-se que este tipo de intradisciplinaridade tem uma expressão mais acentuada no manual A. Por outro lado, quando se consideram os materiais dos professores, constata-se que é ao nível do manual B que o grau de relação entre conhecimentos científicos e metacientíficos é maior. Assinala-se que, tanto no caso do programa como no dos manuais, apesar de a elevada expressão da intradisciplinaridade entre ciência e metaciência poder conduzir a um elevado nível de exigência conceptual das aprendizagens científicas preconizadas nestes textos, tal não é possível devido à baixa conceptualização dos conhecimentos metacientíficos contemplados. Verifica-se assim uma recontextualização do discurso pedagógico quando se passa do programa para os manuais, que se traduz no aumento do grau de relação entre conhecimentos científicos e metacientíficos. Esta recontextualização do discurso pedagógico relativamente a este tipo de relações intradisciplinares também se verifica no interior dos três tipos de texto analisados. No programa, em ambas as componentes, quando se passa das orientações gerais para as orientações específicas, aumenta o grau de relação entre conhecimentos científicos e metacientíficos, o que é ainda mais acentuado na componente de Geologia. Ainda considerando as discrepâncias no interior dos três textos analisados, verifica-se que, quando se passa da Biologia para a Geologia, o grau de relação entre conhecimentos científicos e metacientíficos aumenta no programa e nos materiais dos professores e diminui no corpo dos manuais. Quanto à situação ideal do ensino das ciências<sup>35</sup>, que, em conformidade com o quadro teórico deste estudo, corresponde à classificação C<sup>+</sup>, é bem evidente que esta tem maior expressão nos manuais do que no programa, sobretudo ao nível dos materiais dos professores.

#### **4.5. Explicitação da construção da ciência**

A análise de *o como* do discurso pedagógico oficial do programa e do discurso pedagógico de reprodução dos dois manuais de Biologia e Geologia do 10º ano também

---

<sup>35</sup> As classificações C<sup>+</sup> e C<sup>-</sup> contemplam a presença de relação entre conhecimentos científicos e metacientíficos. Os casos em que os conhecimentos científicos têm maior estatuto do que os conhecimentos metacientíficos nessa relação correspondem à classificação C<sup>+</sup> e aqueles em que a esses dois tipos de conhecimentos é conferido igual importância nessa relação correspondem à classificação C<sup>-</sup>.



incidiu no contexto de transmissão/aquisição referente à relação entre autor de manuais escolares-professor. Nesta vertente da análise de *o como*, pretendeu-se avaliar em que medida o discurso pedagógico elaborado pelos autores do programa e dos manuais relativamente à construção da ciência é explícito para os professores. Neste âmbito, analisou-se o grau de explicitação da mensagem sociológica desses textos relativamente à construção da ciência com referência ao *o que* e ao *o como*. No que se refere ao *o que*, pretendeu-se avaliar em que medida a mensagem sociológica presente no programa e nos manuais é explícita relativamente à presença dos conhecimentos e/ou das capacidades relativos à construção da ciência. Quanto ao grau de explicitação de *o como*, pretendeu-se avaliar em que medida a mensagem sociológica presente no programa e nos manuais é explícita relativamente às relações intradisciplinares entre conhecimentos científicos e metacientíficos. A Figura 4.33 expressa os resultados da análise do grau de explicitação dos conteúdos metacientíficos no programa e nos materiais dos professores associados a cada manual. Estes resultados evidenciam um baixo grau de explicitação dos conteúdos metacientíficos nesses dois tipos de texto, com acentuado predomínio das situações em que esses conteúdos são apresentados, ou meramente referidos, sem qualquer explicação para tal (E- e E- -) <sup>36</sup>. Este fraco enquadramento da metaciência é ainda mais acentuado no manual B.

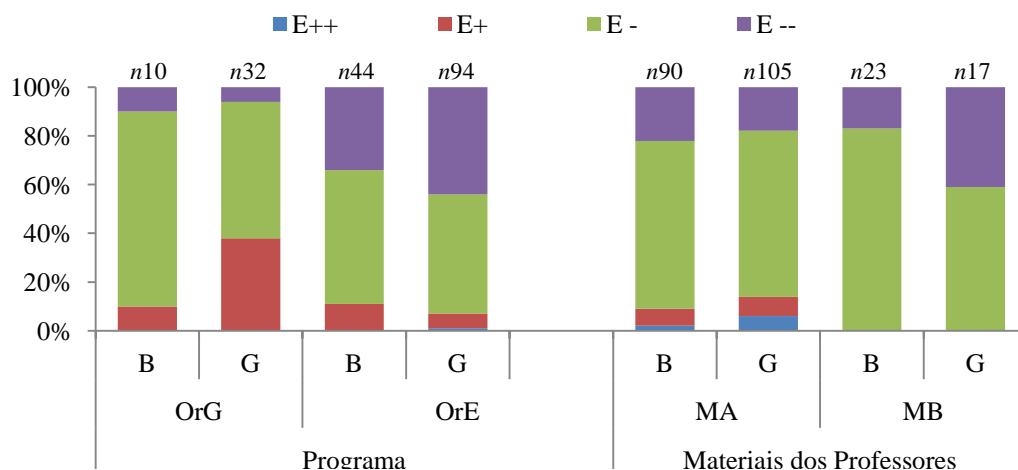


Figura 4.33. Grau de explicitação dos conteúdos metacientíficos no programa e nos materiais dos professores dos dois manuais escolares (A e B) de Biologia e Geologia do 10º ano (B – componente de Biologia; G – componente de Geologia; OrG – orientações gerais; OrE – orientações específicas; MA – manual A; MB – manual B; n – número total de unidades de análise consideradas).

<sup>36</sup> O instrumento de avaliação do grau de explicitação de *o que* inclui quatro graus de enquadramento: E-, E-, E+ e E++. Os graus E- e E- correspondem aos casos em que os conhecimentos e/ou capacidades metacientíficos, são apresentados (E-) ou apenas referidos (E-), mas não é apresentada qualquer justificação para a sua inclusão.

Por conseguinte, quer o discurso pedagógico oficial do programa, quer o discurso pedagógico de reprodução presente nos materiais de apoio aos professores, revelam, no que se refere à presença de conteúdos metacientíficos, um enquadramento fraco, já que não são claras as regras que regulam o discurso pedagógico presente nesses textos relativamente à presença de conteúdos relacionados com a construção da ciência. Estes resultados evidenciam, no caso do manual B, uma recontextualização do discurso pedagógico relativamente ao enquadramento dos conteúdos metacientíficos, que se traduz no seu enfraquecimento. No caso do manual A, a recontextualização do discurso pedagógico relativamente a esse parâmetro não é tão evidente, variando o sentido e a extensão, consoante a componente (Biologia ou Geologia) considerada. Por exemplo, quando se passa do programa para o manual A, os conteúdos metacientíficos da área da Biologia mantém sensivelmente o mesmo grau de explicitação. Já os conteúdos metacientíficos da área da Geologia, tornam-se mais explícitos quando se passa das orientações gerais do programa para o manual A, acontecendo o oposto quando se parte das orientações específicas do programa para o manual A.

No interior de cada um dos textos (programa e materiais dos professores dos manuais) as diferenças entre as componentes de Biologia e Geologia ao nível deste parâmetro são pouco significativas, não se verificando nenhum padrão que seja de assinalar.

A Figura 4.34 diz respeito aos resultados da análise do grau de explicitação da relação entre conhecimentos científicos e metacientíficos no programa e nos materiais dos professores associados aos dois manuais. Sublinha-se que o baixo número de unidades de análise consideradas ( $n$ ) no estudo deste parâmetro ao nível do programa, sobretudo na componente de Biologia, decorre da baixa expressão das relações entre conhecimentos científicos e metacientíficos<sup>37</sup>. Estes resultados evidenciam que também no que se refere a este tipo de relações intradisciplinares se verifica um baixo grau de explicitação nesses dois tipos de texto, sobretudo no programa. Neste, as poucas unidades de análise que contemplam este tipo de relações intradisciplinares (três na componente de Biologia), são pouco explícitas relativamente a esse aspeto. No entanto, nos materiais dos professores associados aos dois manuais, em que foi encontrada uma expressão consideravelmente mais acentuada de relações entre conhecimentos

---

<sup>37</sup> Apenas são objeto de estudo do grau de explicitação das relações entre conhecimentos científicos e metacientíficos as unidades de análise que contemplam esse tipo de relações intradisciplinares.

científicos e metacientíficos, também se verifica um baixo grau de explicitação das mesmas. Está-se assim perante um cenário em que, não obstante o elevado grau de relação entre ciência e metaciência manifestado ao nível dos manuais (ver ponto 2.4 deste capítulo), a verdade é que essa situação resulta pouco explícita para os professores.

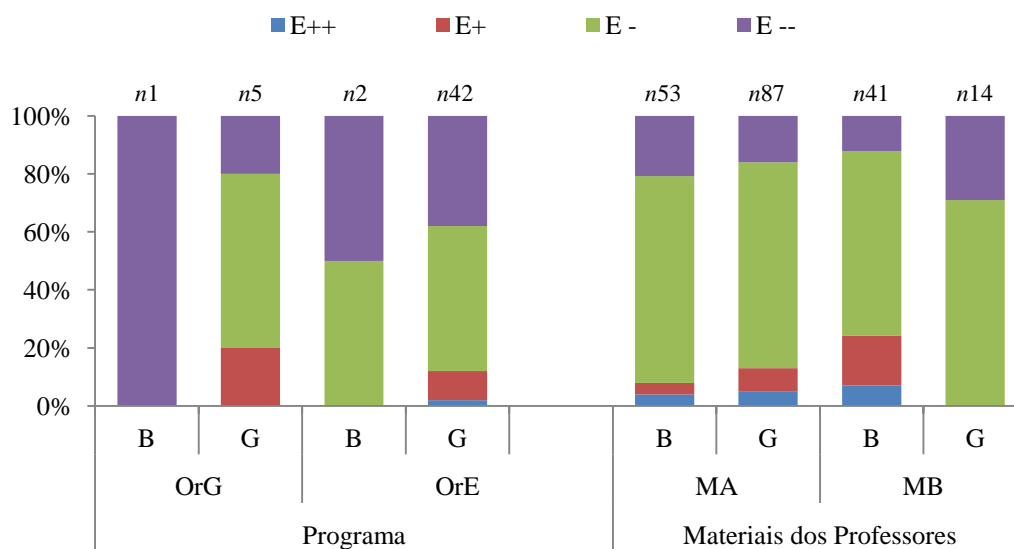


Figura 4.34. Grau de explicitação da relação entre conhecimentos científicos e metacientíficos no programa e nos materiais dos professores dos dois manuais escolares (A e B) de Biologia e Geologia do 10º ano (B – componente de Biologia; G – componente de Geologia; OrG – orientações gerais; OrE – orientações específicas; MA – manual A; MB – manual B; n – número total de unidades de análise consideradas).

Por conseguinte, tanto o discurso pedagógico oficial do programa como o discurso pedagógico de reprodução dos manuais são pouco explícitos relativamente não só à presença de conteúdos metacientíficos, como também no que diz respeito à relação entre conhecimentos científicos e metacientíficos.

Comparando as duas componentes de Biologia e Geologia, ao nível do programa e dos materiais dos professores dos dois manuais, e não obstante as devidas reservas relativamente ao pequeno número de unidades de análise consideradas no programa, verifica-se que neste e no manual A, quando se passa da componente de Biologia para a de Geologia, aumenta o grau de explicitação das relações entre conhecimentos científicos e metacientíficos. Já no manual B acontece o oposto, sendo a componente de Biologia a mais explícita em termos de presença deste tipo de relações intradisciplinares.

Também no que se refere à relação entre conteúdos científicos e metacientíficos

se constata que o discurso pedagógico foi recontextualizado pelos autores dos manuais escolares. Esta recontextualização apresenta, no entanto, extensão e sentidos diferentes, consoante a componente (Biologia e Geologia) ou o manual (MA e MB) que se está a considerar. Quando se passa do programa para os manuais, as relações entre conhecimentos científicos e metacientíficos da área da Biologia tornam-se mais explícitas, sobretudo no manual B. Já quando envolvem conhecimentos científicos e metacientíficos no âmbito da Geologia, estas relações tornam-se menos explícitas na passagem do programa para o manual B e apresentam sensivelmente o mesmo grau de explicitação quando se passa do programa para o manual A.

#### **4.6. Considerações gerais**

Face aos resultados desta análise comparativa do discurso pedagógico oficial veiculado no programa e do discurso pedagógico de reprodução presente nos manuais relativamente à construção da ciência, constata-se que se está perante mensagens sociológicas que manifestam alguma coerência relativamente à natureza dos conteúdos metacientíficos, mas não tanto no que se refere à conceptualização dos conhecimentos e das capacidades metacientíficos e à relação entre ciência e metaciência. Ao nível do corpo dos manuais, o discurso pedagógico sofreu uma recontextualização que se traduziu, globalmente, na diminuição da conceptualização dos conhecimentos e das capacidades metacientíficas e no aumento do grau de relação entre conhecimentos científicos e metacientíficos, bem como da expressão da situação ideal do ensino das ciências, em conformidade com o quadro teórico deste estudo. No caso dos materiais dos professores, este processo de recontextualização é ainda mais acentuado, ou seja, ao nível destes, a diminuição da conceptualização dos conteúdos metacientíficos e o aumento da intradisciplinaridade entre ciência e metaciência são ainda mais acentuados do que ao nível da parte de desenvolvimento de conteúdos (corpo dos manuais). O grau de explicitação dos conteúdos metacientíficos sofre alterações pouco acentuadas na passagem do programa para o manual A e baixa claramente na passagem do programa para o manual B. Já o grau de explicitação das relações entre conhecimentos científicos e metacientíficos, aumenta ou diminui, consoante a componente (Biologia ou Geologia) ou o manual (A ou B) que se está a considerar. Estes processos de recontextualização sofridos pela componente metacientífica do discurso pedagógico, quando se passa do

programa para os manuais escolares, resultam em discrepâncias entre esses dois textos passíveis de comprometer a implementação do texto legítimo da metaciência em contexto de sala de aula. Por exemplo, professores que apenas se baseiem nos manuais escolares, como frequentemente acontece, irão contemplar, nas suas práticas pedagógicas, conhecimentos e capacidades metacientíficos menos conceptualizados do que os preconizados no programa, sobretudo se tiverem como referência apenas as orientações dos materiais de apoio aos professores.

Também se destaca a recontextualização interna sofrida pelo discurso pedagógico em cada uma das componentes de Biologia e Geologia do programa, quando passa das orientações gerais para a parte da sua concretização - orientações específicas. Neste processo, diminui a conceptualização dos conhecimentos metacientíficos, aumenta o grau de relação entre conhecimentos científicos e metacientíficos e a explicitação da construção da ciência, aumentando a conceptualização das capacidades metacientíficas. Neste contexto, como os professores normalmente baseiam as suas práticas letivas apenas nas orientações específicas dos programas (quando os consultam), não chegando a ler as suas orientações gerais, poderão vir a implementar, em contexto de sala de aula, aprendizagens menos conceptualizadas do que as que foram preconizadas ao nível das intenções gerais do programa.

Também em cada manual o discurso pedagógico sofre uma recontextualização interna, quando passa da parte destinada aos alunos para os materiais de apoio aos professores. Esta recontextualização traduz-se na diminuição da conceptualização dos conhecimentos metacientíficos e das capacidades metacientíficas e, à exceção do que se verifica na componente de Biologia do manual A, no aumento do grau de relação entre conhecimentos científicos e metacientíficos. Por conseguinte, os professores vão encontrar, ao nível das orientações que lhes são dadas pelos autores dos manuais escolares nesses materiais, conhecimentos, capacidades e propostas de aprendizagens menos conceptualizados do que os que constam da parte que se destina aos alunos.

Por último, há ainda a sublinhar as discrepâncias encontradas entre as componentes de Biologia e Geologia, tanto no programa, como nos manuais, relativamente aos diversos parâmetros de análise. No programa, a construção da ciência é claramente mais valorizada na componente de Geologia, já que é nesta componente que os conteúdos metacientíficos têm maior expressão, que as capacidades

metacientíficas são mais conceptualizadas e que a intradisciplinaridade entre conhecimentos científicos e metacientíficos e respetivo grau de explicitação são mais elevados. No corpo dos manuais, é também a componente de Geologia que evidencia uma maior representatividade da metaciência e uma maior conceptualização das capacidades metacientíficas. Já o grau de relação entre conhecimentos científicos e metacientíficos é mais elevado na componente de Biologia. Nos materiais dos professores associados aos manuais também se verificaram diversas discrepâncias entre as duas componentes relativamente aos aspetos analisados. No entanto, estas não traduzem um padrão que permita identificar a componente em que a construção da ciência é mais valorizada. Estas disparidades implicam que, quer os autores dos manuais, quer os professores, sejam confrontados com diferentes mensagens relativas à construção da ciência, conforme a componente (Biologia ou Geologia) considerada. Este facto, aliado à baixa explicitação da construção da ciência, é obviamente passível de colocar em causa a sua abordagem ao nível dos manuais escolares e a sua implementação em contexto de sala de aula, por parte dos professores.

## **5. CARACTERIZAÇÃO DAS CONCEÇÕES DOS PROFESSORES**

A análise das concepções dos professores relativamente à construção da ciência baseou-se nos dados recolhidos através de um questionário destinado ao grupo de docentes que se encontrava a utilizar os manuais de Biologia e Geologia do 10º ano estudados no âmbito desta investigação no ano letivo 2012/2013. O acesso à base de dados do Ministério da Educação permitiu verificar quais os manuais mais utilizados nesse ano letivo e identificar as escolas que os escolheram. Desta forma, o questionário, destinado a ser respondido *online*, foi enviado a todas as escolas que adotaram os manuais referidos, com a indicação dos professores a quem este se destinava, tendo-se obtido um retorno de 203 questionários respondidos, num universo que se estimou em cerca de 1000 professores (ver ponto 5.2 do capítulo da metodologia).

Os 203 professores participantes neste estudo, conforme dados que constam do Apêndice 5, pertencem na sua maior parte ao sexo feminino (81%), têm idades que se situam maioritariamente entre os 41 e os 60 anos (76%), têm, na sua maioria (58%)

mais de 21 anos de serviço docente e lecionam em escolas que pertencem, sobretudo, às regiões norte (32%), centro (29%) e Lisboa e Vale do Tejo (33%).

Neste estudo, considerou-se que as concepções dos professores relativas à construção da ciência dizem respeito às suas ideologias, ou seja, aos seus princípios ideológicos e pedagógicos relativamente à inclusão da construção da ciência no ensino das ciências, bem como às interpretações que fazem do programa no que se refere à construção da ciência. A análise das ideologias dos professores acerca da construção da ciência teve em consideração o conceito de Eisner (1992) acerca de ideologias, também utilizado noutros estudos (Ferreira, Morais & Neves, 2011; Silva, 2010), de acordo com o qual estas consistem em sistemas de crenças que fornecem valores a partir dos quais são tomadas decisões sobre assuntos relacionados com a prática educativa. De acordo com as mesmas autoras, as ideologias podem integrar princípios de natureza ideológica, entendidos como princípios gerais que fundamentam amplas questões relacionadas com o sistema educativo e que se relacionam com as grandes metas da educação e princípios de natureza pedagógica, subjacentes às características da prática pedagógica valorizadas no processo de ensino-aprendizagem.

Neste sentido, com a análise das respostas ao questionário pretendeu-se caracterizar os princípios ideológicos e os princípios pedagógicos dos professores participantes no estudo sobre a inclusão da construção da ciência no ensino das ciências. Tomou-se, como foco de análise, a natureza dos conteúdos metacientíficos (discursos) e as relações entre os conhecimentos científicos e os conhecimentos metacientíficos (relações entre discursos), bem como as interpretações que os professores fazem do programa de Biologia e Geologia do 10º ano no que se refere a esses aspetos da construção da ciência.

Os resultados das análises referidas, que a seguir se discutem, são apresentados em conformidade com o Apêndice 5.

### **5.1. Princípios ideológicos**

A análise dos princípios ideológicos dos professores relativamente à construção da ciência teve subjacente a ideia de que estes constituem princípios gerais acerca de questões relacionadas com o sistema educativo (Ferreira, Morais & Neves, 2011; Silva,

2010), neste caso, a construção da ciência. Para a recolha de dados acerca desses princípios, foi colocada uma questão com o objetivo de compreender a importância atribuída pelos docentes à inclusão da construção da ciência no ensino das ciências. Como opções de resposta a essa questão, foram apresentadas aos docentes três posições diferentes face ao ensino das ciências, tendo-se pedido que selecionassem a posição com que mais se identificam. Estas refletem diferentes graus de importância atribuída aos conhecimentos metacientíficos<sup>38</sup> (Graus 1, 2 e 3). A análise das respostas a esta questão conduziu aos resultados expressos no gráfico da Figura 4.35.

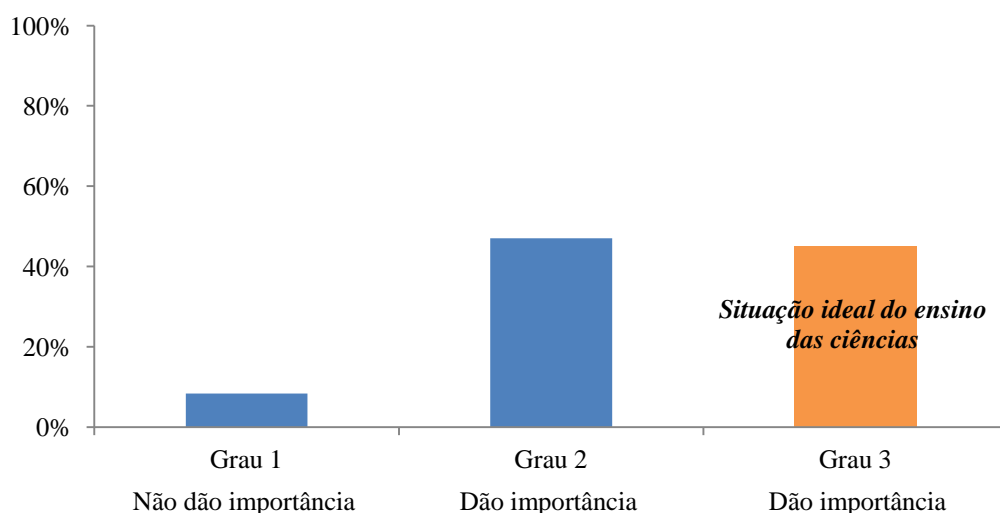


Figura 4.35. Importância atribuída pelos professores à inclusão da construção da ciência no ensino das ciências (n – número de respostas consideradas).

Estes resultados revelam que, dos professores participantes, quase todos (92%) atribuem importância à inclusão da construção da ciência no ensino das ciências, considerando que este deve contemplar conhecimentos científicos e conhecimentos metacientíficos. Uma parte dos professores (47%) considera mesmo que deve ser dada igual importância a estes dois tipos de conhecimentos (Grau 2). Para outra parte dos docentes (45%), os conhecimentos metacientíficos devem ser contemplados, mas sendo-lhes dada menos importância do que aos conhecimentos científicos (Grau 3). De acordo

<sup>38</sup> As três opções de resposta a esta questão refletem diferentes graus de importância atribuída à inclusão da construção da ciência no ensino das ciências: grau 1 (não dá importância) - o ensino das ciências deve centrar-se apenas nos conhecimentos científicos, podendo eventualmente contemplar conhecimentos metacientíficos como fator de motivação dos alunos; grau 2 (dá importância) - o ensino das ciências deve contemplar conhecimentos científicos e conhecimentos metacientíficos, dando igual importância a estes dois tipos de conhecimentos; grau 3 (dá importância) - o ensino das ciências deve contemplar conhecimentos científicos e conhecimentos metacientíficos, mas dando menos importância a estes últimos.



com o quadro teórico do presente estudo, a situação ideal do ensino das ciências corresponde ao Grau 3. Estes resultados evidenciam, assim, que uma percentagem considerável dos professores participantes neste estudo (92%) manifesta princípios de natureza ideológica que valorizam a inclusão da construção da ciência no ensino das ciências, sendo que cerca de metade desse grupo (45% dos professores participantes) valoriza a situação considerada ideal de acordo com o quadro teórico do presente estudo.

## **5.2. Princípios pedagógicos**

Para averiguar os princípios pedagógicos relativos à construção da ciência, em concordância com a teoria de Bernstein (1990), suporte teórico desta investigação, procedeu-se à averiguação da posse das regras de reconhecimento e de realização passiva relativamente aos conteúdos relacionados com a construção da ciência e às relações entre estes e os conhecimentos científicos.

### **5.2.1. Natureza dos conteúdos (conhecimentos e capacidades) metacientíficos**

#### **Regras de reconhecimento**

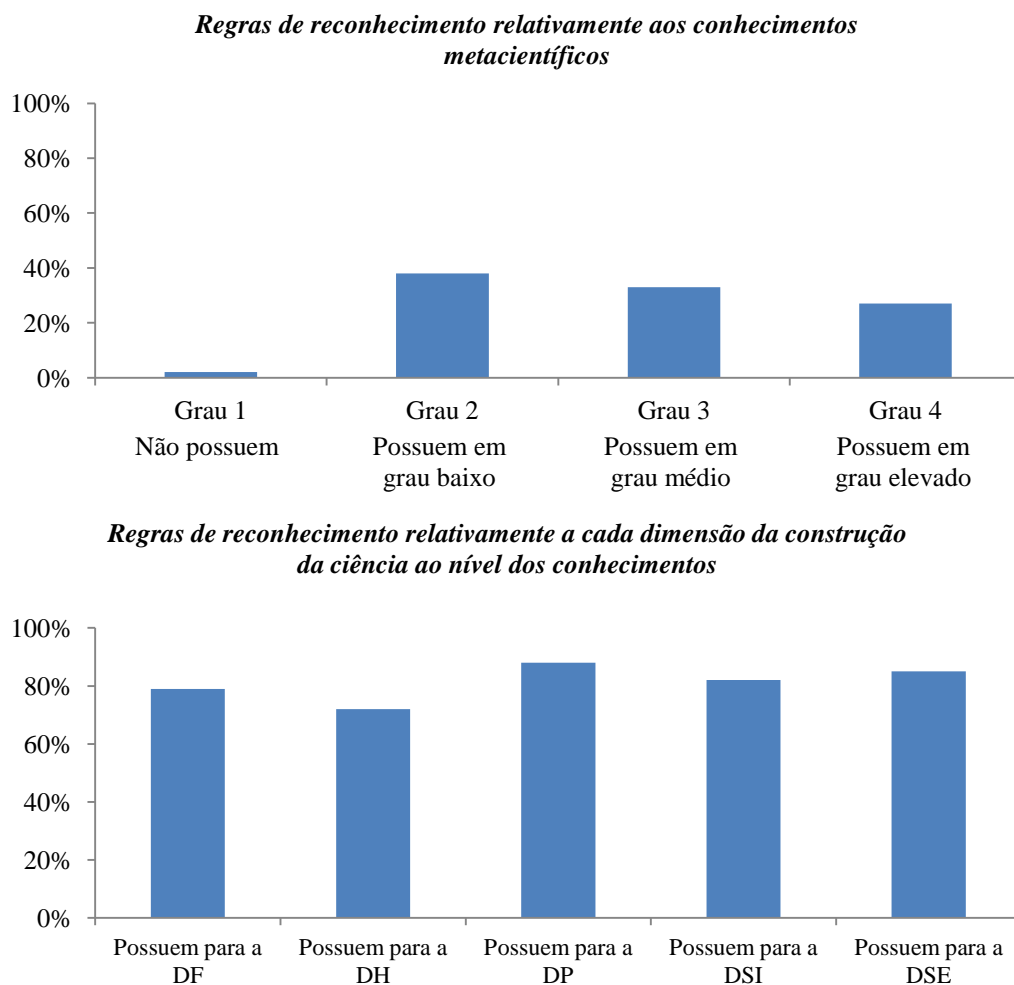
A pesquisa da posse das regras de reconhecimento relativamente aos conhecimentos e às capacidades metacientíficos foi feita separadamente. Assim, averiguou-se em que medida os professores identificam conhecimentos e capacidades relacionados com a construção da ciência através de questões diferentes<sup>39</sup>. Por um lado, esta pesquisa foi feita tendo como referência os conhecimentos e as capacidades relativos à construção da ciência que os professores consideram que devem ser abordados nas suas práticas pedagógicas – regras de reconhecimento relativas a conhecimentos e a capacidades metacientíficos. Por outro lado, pretendeu-se averiguar em que medida os professores eram capazes de relacionar os conhecimentos e capacidades apresentados no questionário com cada dimensão da construção da ciência de acordo com Ziman (1984) - regras de reconhecimento para cada uma das dimensões

---

<sup>39</sup> O questionário integra questões destinadas a avaliar as regras de reconhecimento relativas aos conhecimentos metacientíficos (1.1 e 1.2) e às capacidades metacientíficas (questões 2.1 e 2.2.).

da construção da ciência. Foram considerados diferentes graus de posse de regras de reconhecimento (não possui, possui em grau baixo, médio e elevado)<sup>40</sup>.

Esta avaliação das regras de reconhecimento relativamente aos conhecimentos metacientíficos e às capacidades metacientíficas, bem como a cada dimensão da construção da ciência, conduziu aos resultados apresentados nas Figuras 4.36 (conhecimentos) e 4.37 (capacidades).



*Figura 4.36. Regras de reconhecimento relativamente aos conhecimentos metacientíficos e a cada dimensão da construção da ciência ao nível dos conhecimentos (DF – dimensão filosófica; DH – dimensão histórica; DP – dimensão psicológica; DSI – dimensão sociológica interna; DSE – dimensão sociológica externa).*

Os resultados apresentados na Figura 4.36 mostram que a maioria dos docentes participantes (98%) possui regras de reconhecimento relativamente aos conhecimentos

<sup>40</sup> Nas questões destinadas à avaliação da posse de regras de reconhecimento as várias alternativas de chave de opções e de associações foram associadas a diferentes graus de posse: grau 1 – não possui; grau 2 – possui em grau baixo; grau 3 – possui em grau médio; grau 4 – possui em grau elevado.

metacientíficos. Em conformidade com os critérios de avaliação das respostas ao questionário, isto significa que, dos conhecimentos metacientíficos apresentados como passíveis de ser abordados no âmbito do tema considerado (“Célula, unidade básica da vida”), 98% dos docentes assinalou pelo menos um<sup>41</sup> (Graus 2, 3 e 4).

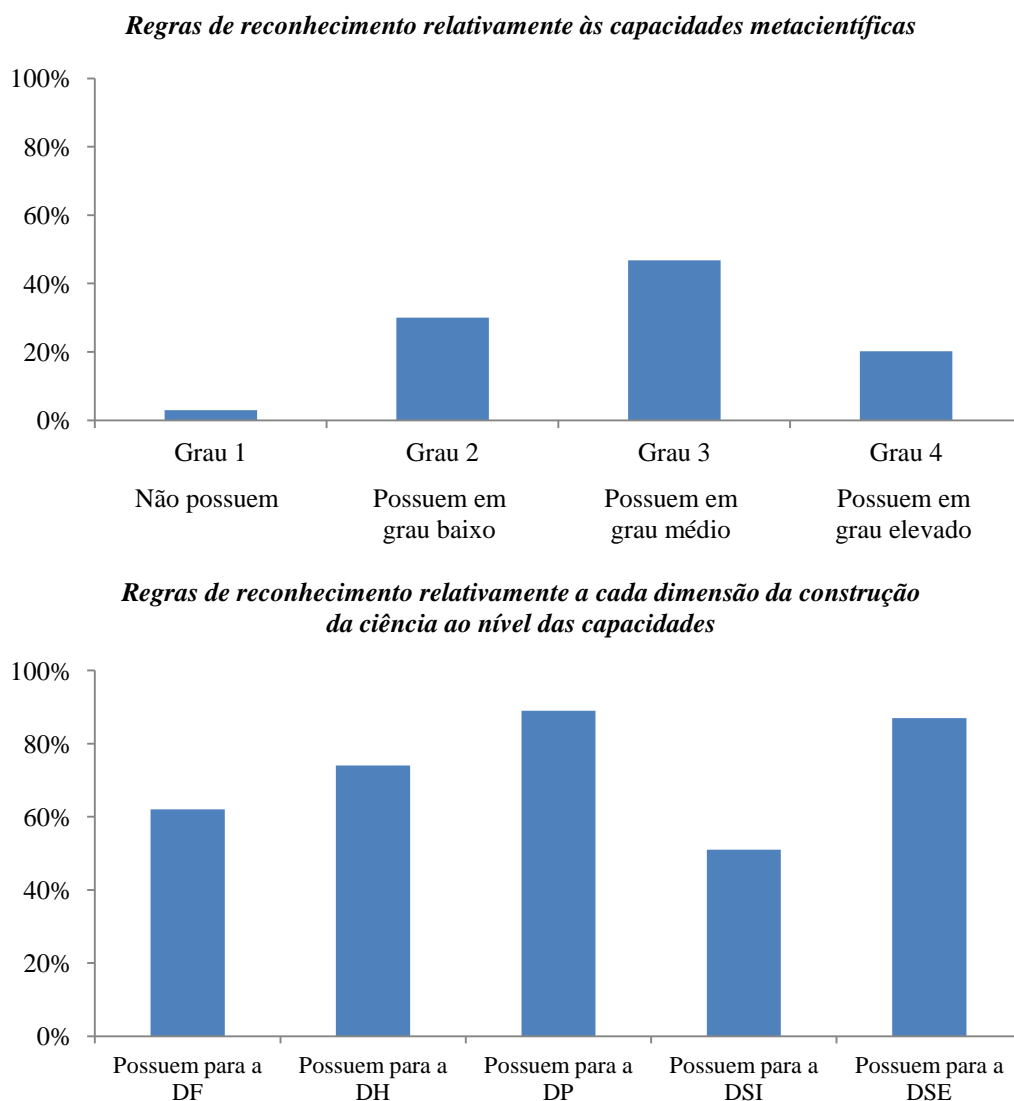
No entanto, esta posse das regras de reconhecimento surge em diferentes graus, sendo mais frequente a situação de posse das regras de reconhecimento em grau baixo (38%). Esta corresponde aos casos em que, dos conhecimentos metacientíficos apresentados, apenas foram selecionados um ou dois. Na verdade, apenas 27% dos docentes mostrou possuir regras de reconhecimento para os conhecimentos metacientíficos em grau elevado, tendo sido capaz de identificar todos os que lhes foram apresentados.

Quanto às regras de reconhecimento para cada dimensão da construção da ciência, ao nível dos conhecimentos, verifica-se que uma maior percentagem de professores foi capaz de selecionar o texto legítimo no contexto das dimensões psicológica (88%), sociológica interna (82%) e sociológica externa (85%). Facto curioso é que tanto as características psicológicas dos cientistas como as relações que se estabelecem no seio da comunidade científica são os aspetos da construção da ciência menos visados, tanto no programa de Biologia e Geologia do 10º ano, como nos respetivos manuais analisados. Não obstante, estes parecem ser fatores da construção da ciência facilmente reconhecidos pelos professores participantes neste estudo, ainda mais do que os que se referem à dimensão filosófica, amplamente contemplada no programa e nos manuais.

No que se refere à análise das regras de reconhecimento relativas às capacidades metacientíficas, os resultados obtidos (Figura 4.37) revelam que, tal como o que acontece com os conhecimentos metacientíficos, a maioria dos professores possui regras de reconhecimento, ainda que em diferentes graus. Predominam aqueles que as possuem em grau médio (47%), ao passo que no que se refere aos conhecimentos metacientíficos predominam os que possuem as regras de reconhecimento em grau baixo.

---

<sup>41</sup> De acordo com os critérios estabelecidos para a avaliação das respostas ao questionário (ver Capítulo 3), os quatro graus de posse de regras de reconhecimento dos conhecimentos metacientíficos são: grau 1 - não possui; grau 2 - possui em grau baixo; grau 3 - possui em grau médio; grau 4 - possui em grau elevado. O grau 1 é atribuído quando nenhum conhecimento metacientífico é identificado. Os graus 2, 3 e 4 correspondem aos casos em que são identificados, respetivamente, entre um e dois, entre três e quatro e cinco conhecimentos metacientíficos. Aplicaram-se os mesmos critérios para a avaliação das respostas relativas à posse de regras de reconhecimento das capacidades metacientíficas.



*Figura 4.37. Regras de reconhecimento relativamente às capacidades metacientíficas e a cada dimensão da construção da ciência ao nível das capacidades (DF – dimensão filosófica; DH – dimensão histórica; DP – dimensão psicológica; DSI – dimensão sociológica interna; DSE – dimensão sociológica externa).*

Quanto às regras de reconhecimento para cada dimensão da construção da ciência, ao nível das capacidades, verifica-se que é ao nível das dimensões psicológica e sociológica externa que uma maior percentagem de professores é capaz de selecionar significados legitimamente associados ao contexto. Tal como aconteceu relativamente aos conhecimentos metacientíficos, também no que se refere às capacidades metacientíficas as características psicológicas dos cientistas, ainda que tendo uma baixa expressão ao nível dos manuais e do programa, são reconhecidas por uma percentagem muito elevada de professores (89%).

Sublinha-se que a avaliação da posse das regras de reconhecimento relativas aos conhecimentos e às capacidades metacientíficos revela valores mais baixos do que a

avaliação da posse das regras de reconhecimento para cada dimensão da construção da ciência. Verifica-se, assim, que no grupo dos participantes neste estudo, há mais professores capazes de associar os conhecimentos e as capacidades metacientíficos a cada dimensão da construção da ciência do que a identificá-los enquanto conteúdos a abordar nas suas práticas pedagógicas. Pode-se assim inferir que alguns destes docentes, apesar de conseguirem associar facilmente conhecimentos e capacidades metacientíficos ao contexto de cada dimensão da construção da ciência, têm mais dificuldade em reconhecê-los como conteúdos a abordar no ensino das ciências.

### **Regras de realização passiva**

A pesquisa da posse das regras de realização passiva relativamente aos conteúdos metacientíficos também foi feita com referência aos conhecimentos e às capacidades separadamente e, por conseguinte, através de questões diferentes. O objetivo consistiu em averiguar em que medida os professores eram capazes de, perante várias opções, selecionar a razão principal para que este tipo de conhecimentos e de capacidades seja incluído no ensino das ciências<sup>42</sup>. Partiu-se assim do princípio de que, sendo capazes de identificar essa razão, os professores são capazes de identificar os significados necessários à produção textual no domínio da construção da ciência, possuindo assim as regras de realização passiva nesse âmbito. Neste caso, entende-se como produção textual a implementação dos conteúdos metacientíficos (conhecimentos e capacidades) em sala de aula. Os resultados desta averiguação, apresentados na Figura 4.38, permitem constatar que cerca de metade dos professores demonstra posse das regras de realização passiva, tanto ao nível dos conhecimentos metacientíficos (48%) como das capacidades metacientíficas (56%). Estes identificaram, como razão principal para que este tipo de conhecimentos e de capacidades seja incluído no ensino das ciências, o facto de estes contribuírem para uma aprendizagem mais significativa dos conteúdos científicos. Mostraram assim ser capazes de identificar os significados

---

<sup>42</sup> Com o objetivo de avaliar a posse das regras de realização passiva relativamente aos conhecimentos metacientíficos, foram apresentadas quatro opções de resposta à pergunta “Qual considera ser a principal razão para que este tipo de conhecimentos seja incluído no ensino das ciências?”. Destas quatro opções de resposta apenas uma corresponde à posse das regras de realização passiva relativamente aos conhecimentos metacientíficos. Utilizou-se o mesmo tipo de pergunta e de critérios para a avaliação das regras de realização passiva relativamente às capacidades metacientíficas.

necessários à implementação da construção da ciência nas suas práticas pedagógicas, no que se refere aos conhecimentos e às capacidades metacientíficos.

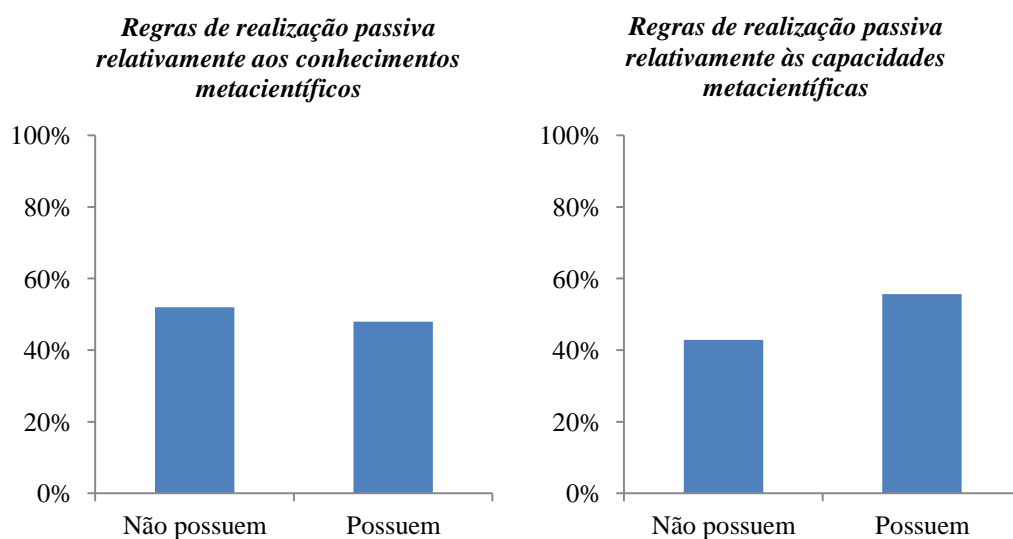


Figura 4.38. Regras de realização passiva relativamente aos conhecimentos e às capacidades metacientíficos.

A comparação destes resultados com os obtidos para a posse das regras de reconhecimento permite verificar que a percentagem de professores que reconhece os significados específicos do contexto da construção da ciência, neste caso os conhecimentos e as capacidades metacientíficos, é superior à percentagem dos que identificam os significados necessários à sua implementação. Dito de outro modo, no que se refere aos conhecimentos e às capacidades metacientíficos, e considerando os participantes neste estudo, há mais professores a possuir as regras de reconhecimento do que as regras de realização passiva. É assim possível inferir que alguns destes professores conseguem selecionar os conhecimentos e as capacidades relacionados com a construção da ciência, associá-los a cada uma das suas dimensões, mas não são capazes de identificar a razão legítima para a sua inclusão no ensino das ciências, o que vai certamente condicionar a sua implementação ao nível das práticas pedagógicas.

### 5.2.2. Relação entre conhecimentos científicos e conhecimentos metacientíficos

#### Regras de reconhecimento

No caso das regras de reconhecimento relativamente às relações entre conhecimentos científicos e metacientíficos, o objetivo consistiu em averiguar em que

medida os participantes neste estudo eram capazes de, perante várias opções<sup>43</sup>, reconhecer a forma mais adequada de abordagem dos conhecimentos metacientíficos. Esta, em conformidade com o quadro teórico deste estudo, preconiza que esse tipo de conhecimentos seja abordado em simultâneo com os conhecimentos científicos, estabelecendo relação entre esses dois tipos de conhecimentos, mas dando maior importância aos conhecimentos científicos. Esta opção corresponde ao grau máximo de posse deste tipo de regras (Grau 3), tendo sido também considerada uma opção correspondente a um grau mais baixo destas regras de reconhecimento (Grau 2). Esta opção também preconiza a abordagem em simultâneo dos conhecimentos científicos e dos conhecimentos metacientíficos, de forma a relacionar esses dois tipos de conhecimentos, mas atribuindo igual importância a ambos.

Os resultados desta análise, expressos na Figura 4.39, revelam que, dos professores que responderam ao questionário, apenas 4% não possui regras de reconhecimento relativamente às relações entre conhecimentos científicos e metacientíficos.

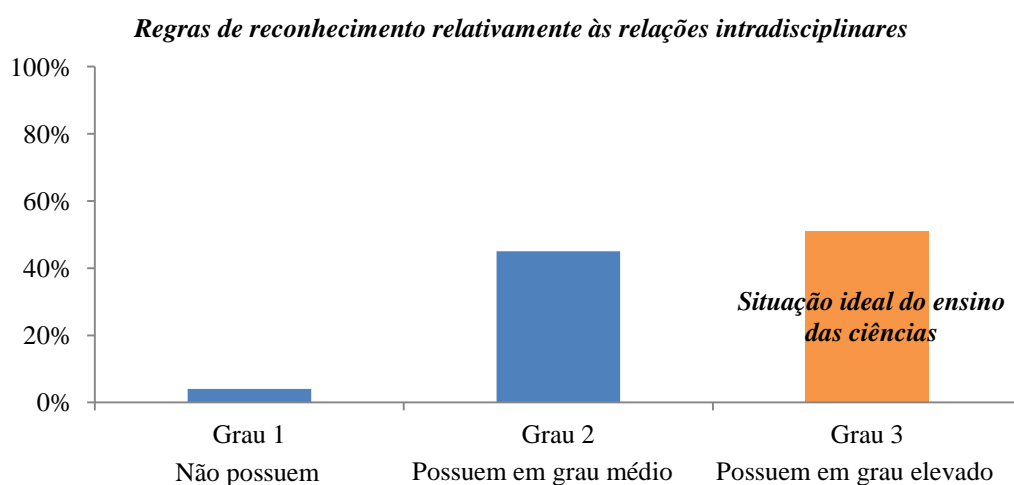


Figura 4.39. Regras de reconhecimento relativamente às relações intradisciplinares (entre conhecimentos científicos e metacientíficos).

Dos que evidenciam posse destas regras de reconhecimento, já que selecionaram as opções que preconizam a relação entre conhecimentos científicos e metacientíficos,

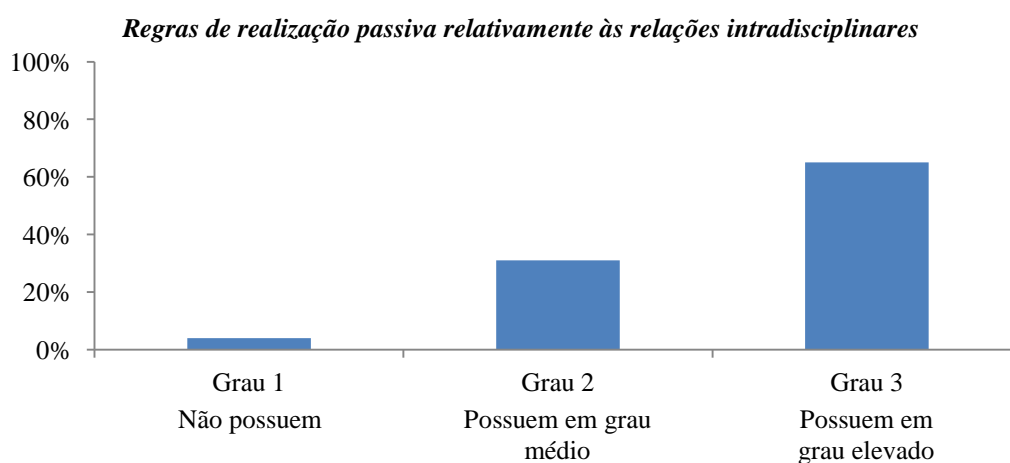
<sup>43</sup> Com o objetivo de avaliar a posse das regras de reconhecimento relativamente às relações entre conhecimentos científicos e metacientíficos, foram apresentadas quatro opções de resposta à pergunta “Nas práticas pedagógicas, quando considera que devem ser abordados os conhecimentos metacientíficos?”. As opções de resposta correspondem a três graus de posse dessas regras de reconhecimento: grau 1 – não possui; grau 2- possui em grau médio; grau 3 – possui em grau elevado.

45% consideram que deve ser atribuído igual estatuto a esses dois tipos de conhecimentos (Grau 2). A opção que prevê maior estatuto para os conhecimentos científicos (Grau 3), situação ideal do ensino das ciências de acordo com o quadro teórico desta tese, foi selecionada por 51% dos docentes, que mostraram, assim, possuir estas regras de reconhecimento em grau elevado.

Estes resultados permitem constatar que, no âmbito deste estudo, quase todos os docentes participantes conseguiram identificar os significados adequados ao contexto da construção da ciência relativamente às relações intradisciplinares, sendo que a maioria (51%) o conseguiu mesmo fazer em grau elevado.

### **Regras de realização passiva**

Quanto às regras de realização passiva relativamente às relações intradisciplinares, o objetivo consistiu em averiguar em que medida os professores eram capazes de, perante várias opções, selecionar a principal razão justificativa para a forma como os conhecimentos metacientíficos devem ser incluídos no ensino das ciências. Partiu-se assim do princípio de que, sendo capazes de identificar essa razão, os professores estavam na posse dos significados necessários à produção textual legítima no domínio da construção da ciência, com referência às relações intradisciplinares, possuindo assim as regras de realização passiva nesse âmbito. Neste caso, entende-se como produção textual a implementação das relações entre conhecimentos científicos e metacientíficos em sala de aula. Os resultados desta averiguação são apresentados na Figura 4.40.



*Figura 4.40. Regras de realização passiva relativamente às relações intradisciplinares, entre conhecimentos científicos e metacientíficos.*



Estes resultados mostram que, no que se refere às relações intradisciplinares, a percentagem de professores que não possui as regras de realização passiva é semelhante à dos que não possuem as regras de reconhecimento (4%). Pode-se assim inferir que estes docentes, na sua maioria, para além de serem capazes de reconhecer as relações entre conhecimentos científicos e metacientíficos enquanto significados específicos do contexto da construção da ciência, também conseguem identificar os significados necessários à sua implementação em sala de aula. Verifica-se até uma maior expressão da posse das regras de realização passiva em grau elevado (65%) do que das de reconhecimento ao nível do mesmo grau (51%). Comparando estes resultados com os da análise das regras de realização passiva relativamente aos conhecimentos e às capacidades metacientíficos, constata-se que, de entre os participantes neste estudo, há mais docentes capazes de identificar os significados necessários à produção textual legítima no caso das relações intradisciplinares (entre conhecimentos científicos e metacientíficos). Dito de outro modo, de entre os participantes neste estudo, há mais professores capazes de assegurar a forma legítima de implementação das relações entre conhecimentos científicos e metacientíficos do que a dos conhecimentos e das capacidades metacientíficos.

### **5.3. Interpretação do programa**

A interpretação que os professores fazem do programa de Biologia e Geologia do 10.º ano no que se refere à construção da ciência foi avaliada em função da posse de regras de reconhecimento e de realização passiva relativamente aos conhecimentos e às capacidades metacientíficos, bem como às relações entre conhecimentos científicos e metacientíficos no contexto do programa. Para o efeito, no questionário foram apresentados aos docentes dois excertos da secção de desenvolvimento dos programas das componentes de Geologia e de Biologia, considerados uma amostra representativa dessas duas partes do programa, tendo-lhes sido colocadas questões com diversas opções<sup>44</sup>, a fim de que escolhessem aquelas com que mais se identificam.

---

<sup>44</sup> Para a resposta a esta questão, foram apresentadas quatro opções, uma das quais contempla a situação correspondente à posse das regras de reconhecimento e de realização passiva. Outra opção contempla a posse das regras de reconhecimento e a ausência de regras de realização passiva. As restantes opções foram consideradas como correspondendo à ausência de posse destes dois tipos de regras.

**Regras de reconhecimento e de realização passiva relativamente aos conteúdos (conhecimentos e capacidades) metacientíficos**

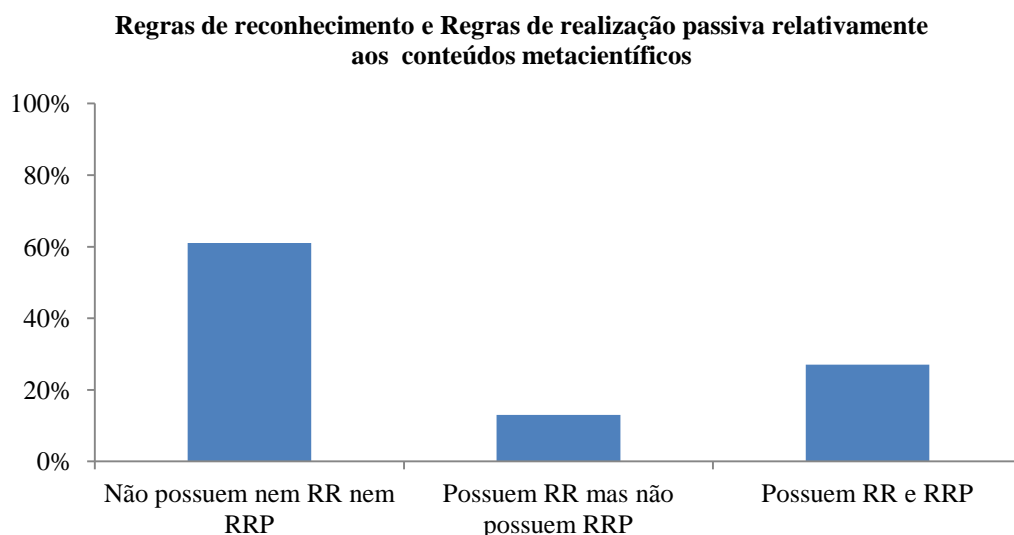
Para a avaliação da posse das regras de reconhecimento e de realização passiva relativamente aos conteúdos (conhecimentos e capacidades) metacientíficos<sup>45</sup>, foi colocada uma questão em que se pedia que, tendo como referência os conhecimentos e as capacidades relacionados com a construção da ciência, se referisse qual das duas componentes do programa permite uma aprendizagem científica mais significativa. O objetivo consistiu, por um lado, em avaliar em que medida os professores eram capazes de identificar a componente em que estão presentes conhecimentos e capacidades metacientíficos, reconhecendo assim os significados legitimamente associados ao contexto, o que permitiria averiguar a posse das regras de reconhecimento relativamente aos conteúdos metacientíficos no contexto do programa. Por outro lado, pretendeu-se avaliar em que medida os professores eram capazes de identificar a justificação legítima para o facto de a presença de conhecimentos e capacidades metacientíficos permitir uma aprendizagem científica mais significativa (realização de aprendizagens com maior nível de complexidade concetual), o que permitiria averiguar a posse das regras de realização passiva relativamente à natureza dos conteúdos metacientíficos no contexto do programa. Partiu-se assim do princípio de que a identificação desta justificação legítima corresponde à identificação dos significados necessários à produção textual no contexto da construção da ciência, ou seja, à sua implementação nas práticas pedagógicas. Para a resposta a esta questão, foram apresentadas quatro opções: uma contempla a situação correspondente à posse, simultaneamente, das regras de reconhecimento e de realização passiva, outra corresponde à situação de posse apenas das regras de reconhecimento e as duas restantes correspondem à ausência de posse destes dois tipos de regras.

Os resultados da avaliação das respostas a esta questão, são apresentados na Figura 4.41. Estes mostram que apenas 27% dos professores que responderam o questionário mostrou estar na posse quer das regras de reconhecimento quer das regras de realização passiva relativamente aos conteúdos metacientíficos. Estes foram assim capazes, não só de identificar a componente mais favorável a uma aprendizagem

---

<sup>45</sup> No contexto do programa, diferentemente do que foi feito fora do contexto deste (ponto 5.2.1), a avaliação da posse das regras de reconhecimento dos conhecimentos e das capacidades metacientíficos não foi feita em separado, mas sim de forma conjunta.

científica significativa em termos de presença de conhecimentos e capacidades metacientíficos (posse das regras de reconhecimento), como de seleccionar, como justificação para tal, o facto de a presença de este tipo de conteúdos permitir a realização de aprendizagens com maior nível de complexidade concetual (posse das regras de realização passiva).



*Figura 4.41.* Regras de reconhecimento e de realização passiva relativamente aos conhecimentos e às capacidades metacientíficos, no contexto do programa (RR - Regras de reconhecimento; RRP- regras de realização passiva).

Dos restantes professores, 13% evidenciou que reconhece os significados específicos do contexto, mas não é capaz de identificar os significados necessários à produção textual legítima nesse âmbito. Estes possuem assim as regras de reconhecimento relativas aos conteúdos metacientíficos, mas não as respetivas regras de realização passiva, ou seja, reconhecem a situação legítima em termos de presença dos conteúdos metacientíficos, mas não identificam a forma legítima de a implementar. Está-se assim perante uma situação em que, no que se refere aos conteúdos metacientíficos presentes no programa, uma parte considerável dos docentes (60%) mostrou não possuir nem regras de reconhecimento, nem regras de realização passiva.

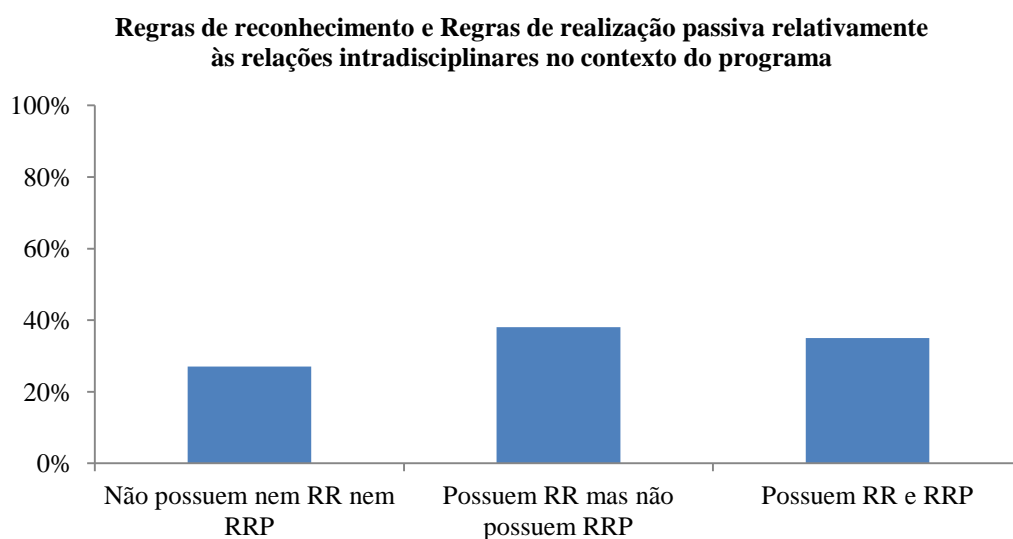
Comparando os resultados da avaliação da posse das regras de reconhecimento e de realização passiva dos professores participantes, no contexto do programa e fora deste (ver ponto 5.2.1 deste capítulo), verificam-se discrepâncias que são de assinalar. No contexto do programa, é consideravelmente menor a percentagem de professores que é capaz de seleccionar os significados adequados ao contexto bem como os necessários para a produção textual legítima. Fora do contexto do programa (ver Figuras

4.36 e 4.37), apenas uma pequena percentagem dos docentes manifestou ausência de regras de reconhecimento relativamente aos conhecimentos (2%) e às capacidades (3%) metacientíficos, se bem que se tenham verificado diferentes graus de posse destas regras, o que neste caso não foi considerado. Quanto às regras de realização passiva, verifica-se que, fora do contexto do programa (ver Figura 4.38), as percentagens dos docentes que as possuem, quer no caso dos conhecimentos (48 %), quer no caso das capacidades (56 %) são consideravelmente superiores à percentagem dos professores que as possuem com referência ao programa (27%).

### **Regra de reconhecimento e de realização passiva relativamente às relações entre conhecimentos científicos e metacientíficos**

Para a avaliação da posse das regras de reconhecimento e de realização passiva relativamente às relações entre conhecimentos científicos e metacientíficos no contexto do programa, foi colocada uma questão em que se pedia que, tendo como referência esse tipo de relações intradisciplinares, se referisse qual das duas componentes do programa permite uma aprendizagem científica mais significativa. O objetivo consistiu, por um lado, em avaliar em que medida os professores eram capazes de identificar a componente mais favorável ao estabelecimento da ligação entre conhecimentos científicos e metacientíficos, o que permitiria averiguar a posse das regras de reconhecimento relativamente a esse tipo de relações no contexto do programa. Por outro lado, pretendeu-se avaliar em que medida os professores eram capazes de identificar a justificação legítima para o facto de a presença de relações entre conhecimentos científicos e metacientíficos permitir uma aprendizagem científica mais significativa (permite estabelecer a ligação entre os produtos e os processos da ciência), o que permitiria averiguar a posse das regras de realização passiva relativamente às relações entre conhecimentos científicos e metacientíficos no contexto do programa. Partiu-se assim do princípio de que a identificação desta justificação legítima corresponde à identificação dos significados necessários à produção textual relativamente a esse tipo de relações intradisciplinares, ou seja, à sua implementação nas práticas pedagógicas. Para a resposta a esta questão, foram apresentadas quatro opções: uma contempla a situação correspondente à posse, simultaneamente, das regras de reconhecimento e de realização passiva, outra corresponde à situação de posse apenas das regras de reconhecimento e as duas restantes correspondem à ausência destes

dois tipos de regras. Na Figura 4.42 apresentam-se os resultados da avaliação das respostas a esta questão. Estes evidenciam que 35 % dos professores participantes no estudo possui regras de reconhecimento e de realização passiva relativamente às relações entre conhecimentos científicos e metacientíficos. Estes conseguiram identificar a componente em que a associação no mesmo tema/unidade de conhecimentos científicos e metacientíficos favorece a ligação entre esses dois tipos de conhecimentos (posse das regras de reconhecimento), bem como a justificação legítima para o facto de a presença desse tipo de relações tornar a aprendizagem científica mais significativa (posse das regras de realização passiva).



*Figura 4.42.* Regras de reconhecimento e de realização passiva relativamente às relações entre conhecimentos científicos e metacientíficos, no contexto do programa (RR - Regras de reconhecimento; RRP- regras de realização passiva).

Estes resultados mostram que, apesar de uma parte considerável dos professores (73%) ter mostrado possuir regras de reconhecimento (possuem RR), a verdade é que cerca de metade desses (38% dos participantes) não conseguiu identificar a justificação legítima para a importância do estabelecimento desse tipo de relações (possuem RR mas não possuem RRP). Estes mostram assim que, apesar de reconhecerem a situação mais favorável a uma aprendizagem científica significativa em termos de relações entre conhecimentos científicos e metacientíficos, não identificam os significados necessários à sua implementação, não possuindo regras de realização passiva relativamente a este tipo de relações intradisciplinares.

Comparando os resultados relativos à posse de regras de reconhecimento e de realização passiva relativamente às relações intradisciplinares, no contexto do programa e fora deste (ver ponto 5.2.1 deste capítulo), constata-se que, quer no caso das regras de reconhecimento quer no caso das regras de realização passiva, a percentagem de professores que as possuem (96%) é consideravelmente superior fora do contexto do programa. Esta constatação permite inferir que, no caso destes professores, o programa interfere com as suas regras de reconhecimento e de realização passiva relativamente à construção da ciência. A este propósito, há que ter em consideração que é muito elevada a percentagem de professores (92%) que manifesta princípios ideológicos que valorizam a inclusão de conhecimentos metacientíficos no ensino das ciências (ver ponto 5.1, Figura 4.35). É igualmente elevada a percentagem de professores que, fora do contexto do programa, possui regras de reconhecimento relativamente à construção da ciência, ainda que parte deles em grau baixo, com referência tanto aos conteúdos metacientíficos (conhecimentos e capacidades), como às relações entre estes e os conhecimentos científicos. O mesmo já não se pode dizer relativamente à posse das regras de realização passiva, que é evidenciada por uma percentagem mais baixa de docentes, quer no caso dos conteúdos metacientíficos, quer no que se refere às relações entre estes e os conhecimentos científicos.

Está-se assim perante uma situação em que os professores participantes no estudo, na sua grande maioria, valorizam a construção da ciência na educação científica (princípios ideológicos) e reconhecem os significados específicos desse contexto, mas têm mais dificuldades na identificação dos significados necessários à sua implementação ao nível das práticas pedagógicas. Estas constatações vêm corroborar diversos autores (e.g., Abd-El-Khalick et al., 1998; Duschl & Wright, 1989; Lederman, 1992; Lederman et al., 1994) segundo os quais, mesmo tendo interiorizado a importância da natureza da ciência para o ensino das ciências, os professores precisam de desenvolver competências instrucionais para transpor esse seu conhecimento para a sala de aula. Vêm também ao encontro dos resultados obtidos em estudos nacionais e internacionais, que têm vindo a evidenciar a falta de conhecimentos e de competências necessários para ensinar a natureza da ciência por parte dos professores (Hanuscin et al., 2011; Cofre et al., 2014). Dadas estas dificuldades, é importante, tal como defendem muitos autores, (e.g., Lederman, 2007; Aydın et al., 2013; Hipkins, 2012) que sejam disponibilizados aos professores exemplos concretos de atividades e de estratégias de

ensino-aprendizagem que promovam a aprendizagem da natureza da ciência. Mais do que isso, torna-se absolutamente imperativo promover a formação dos professores neste domínio (Lederman, 1998; Liang et al., 2009). Neste quadro geral de preocupações relativamente à implementação da construção da ciência em contexto de sala de aula, torna-se também necessário, tal como defendem muitos investigadores (e.g., Hanuscin et al., 2011; Schwartz et al., 2004; McComas, 2003; Ryder et al., 1999; Sadler et al., 2004) tornar explícita a natureza da ciência nos cursos de formação de docentes, nos programas curriculares e nos materiais didáticos, tais como manuais escolares.

No contexto do programa de Biologia e Geologia, as percentagens de docentes que possuem regras de reconhecimento e de realização passiva relativamente à construção da ciência baixam, o que permite inferir a possibilidade de existência de problemas ao nível da interpretação do programa. Estes poderão decorrer de diversos fatores, nomeadamente da baixa explicitação da construção da ciência ao nível do programa (ver ponto 2.5 deste capítulo). Para além disso, há que ter em consideração que, no questionário, os professores foram confrontados com extratos das duas componentes do programa (Biologia e Geologia) que evidenciam discrepâncias relativamente à forma como contemplam a construção da ciência. Esta incoerência interna desse texto poderá também ter contribuído para dificultar o reconhecimento, por parte dos professores, dos significados específicos do contexto (regras de reconhecimento) e dos significados necessários para a implementação da construção da ciência (regras de realização passiva). Parece, assim, que os princípios relativos à construção da ciência que estão na base das práticas pedagógicas que estes professores mais valorizam (princípios pedagógicos), evidenciados na medida em que reconhecem os significados específicos desse contexto e os significados necessários para a sua implementação, foram afetados pelo programa. Face a estes resultados, e com as devidas reservas relativamente à sua generalização, parece legítimo avançar que, no que se refere à construção da ciência, o discurso pedagógico oficial do programa de Biologia e Geologia é passível de criar constrangimentos aos princípios pedagógicos dos professores.





# **CAPÍTULO 5**

## **CONCLUSÕES**



# **CAPÍTULO 5**

## **CONCLUSÕES**

Scientific knowledge is not just a disembodied stream of data or the books on a library shelf. It is generated and received, regenerated or revised, communicated and interpreted by human minds. Human mental capabilities are remarkable, but also limited. They are also closely adapted to the cultures in which they operate.

Ziman (2000, p. 61)

### **1. PRINCIPAIS CONCLUSÕES DO ESTUDO**

O presente estudo teve como tema central a construção da ciência no atual contexto de ensino-aprendizagem das ciências, no ensino secundário, tendo partido do seguinte problema geral de investigação: quais as mensagens transmitidas pelo discurso pedagógico do programa e de manuais escolares de Biologia e Geologia do 10º ano, no que se refere à construção da ciência, e de que forma podem essas mensagens, simultaneamente com as concepções dos professores, condicionar a aprendizagem científica?

Neste sentido, por um lado pretendeu-se caracterizar a mensagem do programa e de dois manuais escolares de Biologia e Geologia do 10º ano relativamente à construção da ciência. A análise dos discursos metacientíficos presentes nesses documentos incidiu no *o que*, ou seja nos conteúdos (conhecimentos e capacidades) metacientíficos a serem transmitidos/adquiridos e no *o como*, ou seja, na forma de transmissão/aquisição dos conteúdos metacientíficos no contexto da relação professor/alunos e das relações Ministério da Educação/autores dos manuais/professores. Analisaram-se também os processos de recontextualização que ocorrem quando se passa do programa para os manuais e no interior desses textos. Pretendeu-se assim refletir sobre possíveis repercussões para o ensino-aprendizagem da construção da ciência, resultantes, não só da forma como esta está contemplada nos textos analisados, mas também dos processos

de recontextualização que esta sofre, na passagem do programa para os manuais e no interior desses textos.

Por outro lado, pretendeu-se caracterizar as concepções dos professores que lecionam Biologia e Geologia ao 10.º ano com base nos manuais analisados, em termos dos seus princípios ideológicos e pedagógicos, bem como das interpretações que fazem do programa, relativamente à construção da ciência. Almejou-se assim compreender, não só como esses princípios podem interferir no ensino-aprendizagem da construção da ciência, independentemente do programa, mas também em que medida podem ser influenciados por este. Neste sentido, os princípios pedagógicos dos professores foram analisados fora do contexto do programa, na primeira parte do questionário, e no contexto do programa, na segunda parte do questionário. Com estas análises pretendeu-se refletir sobre possíveis consequências das relações que se estabelecem entre o programa, os manuais e as concepções dos professores de Biologia e Geologia para o ensino-aprendizagem da construção da ciência.

Em conformidade com a natureza do problema e dos objetivos desta investigação, utilizou-se uma metodologia mista, que integra aspetos dos dois paradigmas de investigação, quantitativo e qualitativo. A recolha de dados ao nível do programa e dos manuais foi realizada com recurso a instrumentos construídos a partir dos modelos teóricos e dos dados empíricos. Esses instrumentos representam, assim, a linguagem externa de descrição inerente a esta investigação. Os dados para a análise das concepções dos professores foram recolhidos a partir de um questionário (também ele parte da linguagem externa de descrição) aplicado aos docentes que se encontravam a utilizar os manuais objeto deste estudo.

O estudo do programa, dos manuais e das respostas ao questionário que, nesta investigação, constituíram o objeto de estudo, consistiu numa análise do tipo interpretativo, baseada numa relação dialética entre as proposições teóricas e os dados empíricos. Ao tratar-se de uma investigação baseada no modelo teórico de Bernstein (1990, 2000) e em teorias do campo da epistemologia, nomeadamente na conceptualização de Ziman (1984, 2000) acerca da ciência, que partiu de um problema definido a partir de dados teóricos e de resultados de investigações anteriores, em que se utilizaram modelos de análise baseados em quadros teóricos prévios, tem um cariz racionalista, associado aos métodos quantitativos. Por outro lado, atendendo à dimensão reduzida das amostras utilizadas, à natureza contextual dos objetos e sujeitos do estudo,

bem como ao facto de os modelos de análise terem sido construídos com base nos dados empíricos recolhidos a partir dos documentos analisados, enquadra-se igualmente num paradigma de natureza qualitativa. No entanto, como o sistema de categorias e indicadores de análise resultou de uma articulação entre as dimensões teórica e empírica, essas análises de conteúdo interpretativas assumiram um carácter menos subjetivo, mais próximo do paradigma racionalista. Esta combinação de características associadas aos dois paradigmas de investigação, qualitativo e quantitativo, é própria de uma metodologia mista, como a que foi utilizada neste estudo.

A partir do problema geral de investigação foram definidas quatro questões de investigação, em torno das quais foram estruturadas e discutidas as principais conclusões do estudo.

### **1.1. A construção da ciência no programa de Biologia e Geologia do 10º ano**

A primeira questão de investigação foi a seguinte:

Qual a mensagem do discurso pedagógico oficial, veiculado no programa de Biologia e Geologia do 10º ano, relativamente ao *o que* e ao *o como* da construção da ciência?

Com referência a esta questão de investigação, foram considerados, em termos de *o que* se ensina, a distribuição relativa dos conhecimentos e das capacidades metacientíficos, a sua natureza, com referência à categorização de Ziman (1984, 2000) e o seu grau de complexidade.

No que se refere ao *o como* foi considerado, por um lado, o grau de relação entre os conhecimentos metacientíficos e científicos – relações intradisciplinares. Por outro lado, foi considerado o grau de explicitação do discurso pedagógico oficial do programa, relativamente aos conteúdos metacientíficos e às relações entre os conhecimentos metacientíficos e científicos.

### **1.1.1 Distribuição relativa dos conhecimentos e das capacidades metacientíficos**

Os resultados desta análise mostraram que a metaciência é mais valorizada na componente de Geologia, com 40% das unidades de análise a contemplarem conteúdos (conhecimentos e capacidades) metacientíficos enquanto que, na componente de Biologia, o mesmo tipo de conteúdos constitui 25% das unidades de análise. No entanto, na componente de Geologia, é ao nível das orientações gerais que o enfoque na metaciência é mais acentuado. As disparidades entre as duas componentes do programa relativamente à expressão dos conteúdos metacientíficos devem-se sobretudo à expressão dos conhecimentos e não tanto à das capacidades. Com efeito, do total de referências a conhecimentos metacientíficos contemplados no programa, 90% estão concentrados na componente de Geologia. Já no que diz respeito às capacidades metacientíficas, a situação é mais equilibrada, com 54% do total de referências a capacidades na Geologia e 46% na Biologia. O facto de, no que diz respeito à construção da ciência ao nível da componente de Biologia, serem contemplados consideravelmente menos conhecimentos do que capacidades significa que parte destas envolve a mobilização de conhecimentos que não são assumidos ao nível dos conteúdos a abordar. Parece assim que essas capacidades surgem por motivos que não se prendem, necessariamente, com a intenção de incluir a construção da ciência no ensino das ciências, caso contrário teria havido a preocupação de contemplar os conhecimentos metacientíficos com que estas se relacionam.

Também dentro de cada componente do programa, entre as orientações gerais e as orientações específicas, foram encontradas disparidades relativas à frequência relativa dos conhecimentos e das capacidades metacientíficos. Na componente de Biologia, quando se passa das orientações gerais para as orientações específicas, acentua-se ainda mais o enfoque nas capacidades metacientíficas e diminui a importância atribuída aos conhecimentos metacientíficos. Na componente de Geologia acontece o oposto, ou seja, quando se passa para a concretização dos princípios orientadores, os conhecimentos metacientíficos são ainda mais valorizados, diminuindo a importância atribuída às capacidades metacientíficas. Estas discrepâncias relativas à frequência relativa dos conhecimentos e das capacidades metacientíficos entre as duas componentes (Biologia e Geologia) do programa, e, dentro destas, entre as orientações

gerais e as orientações específicas, indiciam que, no que se refere à construção da ciência, o programa contempla capacidades que implicam a mobilização de conhecimentos que não são referenciados ao nível dos conteúdos a abordar. Por outro lado, aborda conhecimentos que não são operacionalizados em capacidades, ficando assim por esclarecer o que se pretende relativamente a esses conhecimentos.

Outro aspeto interessante a destacar diz respeito ao facto de a construção da ciência ter sido praticamente omitida ao nível do indicador *Avaliação*. Efetivamente, considerando as orientações do programa relacionadas com a avaliação de aprendizagens, apenas foi encontrada uma referência a capacidades metacientíficas na componente de Geologia. Está-se assim perante um programa que contempla conteúdos relacionados com a construção da ciência, e até de forma bastante evidente no caso da Geologia, mas que não os preconiza como matéria relevante a ser avaliada. Este aspeto pode implicar que aos conteúdos metacientíficos seja atribuída uma importância menor, quer por parte dos autores dos manuais a quem cabe a sua recontextualização pedagógica, quer por parte dos professores ao nível da sua implementação. Pelos mesmos motivos, vários autores (Schwartz & Lederman, 2002) têm vindo a apontar a importância de promover a avaliação das aprendizagens dos alunos no âmbito da construção da ciência. Para Cachapuz, Praia, e Jorge (2004), um dos pontos críticos do ensino das ciências, é o facto de se subvalorizar o desenvolvimento de competências e de atitudes científicas (relativas ao processo de construção da ciência), ignorando muitas delas, ao nível da avaliação, “em prol de um corpo de conhecimentos” (p. 379). Para Clough e Olson (2008), deve ser dada especial atenção à necessidade de criar avaliações viáveis, válidas e confiáveis relativamente à natureza da ciência, de forma a incentivar os professores a implementar de forma precisa e consistente o desenvolvimento de aprendizagens nesse âmbito.

Para além disso, há ainda a considerar que, tal como afirmam Hanuscin et.al. (2011), os professores não possuem nem o conhecimento, nem as competências necessárias para a avaliação de aprendizagens no âmbito da construção da ciência, sendo importante que lhes seja proporcionado o acesso a estratégias de avaliação nesse domínio.

### **1.1.2. Natureza dos conteúdos (conhecimentos e das capacidades metacientíficos)**

A conceptualização de Ziman (1984, 2000) revelou-se muito útil para a categorização da natureza dos conhecimentos e das capacidades metacientíficos. A escolha desta linguagem de descrição da ciência, tal como em outros estudos realizados pelo Grupo ESSA no âmbito da construção da ciência (e.g., Castro, 2006; Ferreira & Moraes, 2014a; Saraiva, 2016) deveu-se ao facto de esta corresponder a uma conceptualização multidimensional de ciência, com fronteiras bem definidas entre as várias dimensões, que facilita a categorização da construção da ciência presente em textos pedagógicos, tais como currículos e manuais. Efetivamente esta análise permitiu constatar que, dada a complexidade do processo de construção da ciência, é preferível tratá-lo como se compreendesse várias dimensões (Harison et al., 2015; Neumann et al., 2011). Minimiza-se assim o risco de determinados aspetos mais significativos se perderem numa conceptualização unidimensional ou numa conceptualização multidimensional sem fronteiras bem definidas entre as várias dimensões. Verificou-se, assim, que os aspetos da construção da ciência mais valorizados no programa são, em primeiro lugar, os que dizem respeito às metodologias da ciência (dimensão filosófica) e, logo a seguir, os que têm a ver com as relações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade. No caso das capacidades metacientíficas, a prevalência das metodologias da ciência é ainda mais acentuada do que ao nível dos conhecimentos. Para além disso, verificou-se que, ao nível das capacidades, há uma menor diversidade em metaciência, em termos das várias dimensões contempladas, sobretudo na componente de Geologia. A dimensão histórica, a terceira mais visada ao nível dos conhecimentos, não é sequer contemplada nas capacidades metacientíficas de ambas as componentes e as dimensões psicológica e sociológica interna têm uma expressão quase residual, sendo mesmo omissas em determinadas partes do programa. Esta característica configura uma perspetiva redutora em termos de ensino das ciências, passível de passar para os manuais escolares. Com efeito, ao se privar os alunos da abordagem de determinados aspetos que integram a construção da ciência, está-se a promover um baixo nível de alfabetismo científico, já que estes são assim privados de aceder à compreensão integral da forma como a ciência é construída. Estes resultados vêm, em parte, ao encontro de outros obtidos em diversos estudos internacionais, tais como por exemplo McComas e



Olson (1998), que analisaram a presença da natureza da ciência em documentos curriculares de âmbito geral (*Standards*) e em currículos de ciências do ensino secundário oriundos de vários países (Estados Unidos da América, Reino Unido, Austrália, Canadá e Nova Zelândia), em que se verificou que os aspetos da construção da ciência mais enfatizados diziam respeito às metodologias e à história da ciência. Estudos sobre a natureza da ciência nos currículos das disciplinas da área científica no sistema educativo português (Silva & Sequeira, 2006) evidenciaram que os aspetos metacientíficos mais valorizados são os que se relacionam com o carácter provisório do conhecimento científico (dimensão filosófica) e a sua contextualização numa dada época (dimensão histórica). Os resultados da presente investigação também revelaram um enfoque nas metodologias da ciência mas não na história da ciência, que assume uma expressão pouco acentuada. Esses estudos também evidenciaram lacunas nos currículos ao nível dos aspetos morais da construção da ciência, ou seja dos que se relacionam com a sua dimensão psicológica, que também é pouco valorizada nos textos (programas e manuais) analisados na presente investigação.

Outro aspeto interessante que estes resultados evidenciaram tem a ver com o facto de uma grande parte das capacidades relativas à dimensão filosófica da ciência corresponder a capacidades de natureza investigativa associadas à vertente prático-experimental. Há que referir, a este propósito, que todos os outros programas da área das ciências do ensino secundário, que foram elaborados na mesma época, tinham subjacentes orientações expressas do Ministério da Educação para a valorização do ensino prático-experimental (Castro, 2006; Veríssimo et al., 2000). Não obstante, esta era uma opção mais baseada na importância da vertente prática/experimental ao nível cognitivo do que no facto de esta ser parte integrante da construção da ciência e da necessidade de incluir esse conteúdo metacientífico no ensino das ciências (Castro, 2006).

### **1.1.3. Grau de complexidade dos conteúdos (conhecimentos e capacidades) metacientíficos**

Os resultados da análise do programa revelaram um baixo grau de complexidade dos conhecimentos metacientíficos e, contrariamente, uma conceptualização

considerável das capacidades metacientíficas. Efetivamente, em ambas as componentes, a maior parte dos conhecimentos metacientíficos (67% na componente de Biologia e 80% na componente de Geologia) corresponde a conceitos simples, não tendo sido encontrados, em todo o programa, conhecimentos metacientíficos de natureza factual ou correspondentes a temas unificadores ou ideias estruturantes e teorias. Assinala-se que, apesar de a frequência relativa dos conhecimentos metacientíficos complexos ser mais elevada na componente de Biologia, não foi possível, com base nestes resultados, inferir um maior grau de conceptualização nessa componente já que, do total de referências a conhecimentos metacientíficos do programa, apenas 10% pertencem à componente de Biologia. No caso das capacidades, uma parte considerável (72%) está relacionada com os processos cognitivos “Analisar”, “Avaliar” e “Criar”. Para além disso, o grau de conceptualização que evidencia maior frequência relativa (34%) na globalidade do programa é o que corresponde ao processo cognitivo “criar”, o grau mais elevado da escala considerada nesta análise.

Quando se relacionou o grau de complexidade dos conhecimentos e das capacidades metacientíficas com a dimensão da construção da ciência que contemplam, apenas se encontraram resultados relevantes no caso da componente de Geologia (ver pontos 2.3.1 e 2.3.2 do Capítulo 4), em que é ao nível das dimensões filosófica e sociológica externa nas orientações gerais e da dimensão filosófica nas orientações específicas que são visados conhecimentos metacientíficos mais conceptualizados.

Constatou-se ainda, que quando se passa das intenções expressas nos princípios gerais (orientações gerais) para a sua concretização (orientações específicas), o grau de complexidade dos conhecimentos metacientíficos torna-se ainda mais baixo enquanto que o das capacidades metacientíficas aumenta. Assim, mesmo que os professores e autores dos manuais escolares tenham em consideração as orientações gerais do programa, o que não é muito frequente no caso dos professores (Morais, Neves & Ferreira, 2014), a verdade é que, quando consultam as suas propostas de concretização, encontram um grau de complexidade dos conhecimentos metacientíficos ainda menor, acontecendo o oposto com as capacidades metacientíficas.

As disparidades verificadas em termos de complexidade dos conteúdos relativos à construção da ciência traduzem uma falta de coerência na sua abordagem, que pode causar dificuldades aos professores e aos autores dos manuais escolares na interpretação do programa. Estes, no que diz respeito à natureza dos conteúdos relativos à construção

da ciência, são confrontados com um programa que contempla consideravelmente menos conhecimentos do que capacidades, quase todos correspondentes a conceitos simples com baixo grau de abstração, mas que, por outro lado, preconiza o desenvolvimento de capacidades de elevado nível conceptual, quase todas elas de natureza investigativa. Também outros estudos (e.g., Calado & Neves, 2012; Ferreira, 2007a) focados nos documentos curriculares de ciências do 3.º ciclo do ensino básico, “Orientações curriculares” e “Competências essenciais”, evidenciaram um predomínio de capacidades cognitivas complexas, em particular capacidades de investigação, resolução de problemas e tomada de decisão. De acordo com Calado, Neves e Morais (2014, p. 125), “estas são capacidades que têm sido enfatizadas nos atuais discursos de ensino das ciências e que tendem a ser reproduzidas em documentos curriculares”.

#### **1.1.4. Relação entre conhecimentos científicos e conhecimentos metacientíficos**

Os resultados da análise deste parâmetro evidenciaram um elevado grau de relação entre conhecimentos científicos e metacientíficos, sobretudo na componente de Geologia, já que, na maior parte dos casos em que são referidos conhecimentos relacionados com a construção da ciência, estes são relacionados com conhecimentos científicos. Em ambas as componentes do programa, este tipo de intradisciplinaridade aumenta quando se passa dos princípios gerais para as respetivas propostas de concretização, ao nível das orientações específicas. A maioria dessas relações entre conhecimentos científicos e metacientíficos corresponde a casos em que é atribuída igual importância a esses dois tipos de conhecimentos. Assumem assim menor representatividade, sobretudo na componente de Biologia, os casos de relações em que é concedido maior estatuto aos conhecimentos científicos, situação considerada mais favorável ao ensino das ciências de acordo com o quadro teórico desta investigação. Aliás, esta situação ideal do ensino das ciências, tanto na componente de Biologia como na de Geologia, é omissa nas orientações gerais, vindo a ser considerada apenas ao nível da sua concretização, ainda que de forma pouco acentuada.

Nesta investigação, foi considerado o conceito de exigência conceptual das aprendizagens científicas (e.g., Calado, Neves & Morais, 2013; Ferreira & Morais,

2014b; Morais & Neves, 2012) transposto para o contexto da construção da ciência (Ferreira et al., 2015), como sendo o resultado não só da conceptualização dos conteúdos (conhecimentos e capacidades) metacientíficos, mas também do grau de relação entre conhecimentos científicos e metacientíficos. No programa de Biologia e Geologia, não obstante o enfoque na intradisciplinaridade entre ciência e metaciência poder conduzir a um elevado nível de exigência conceptual das aprendizagens científicas que preconiza, tal não é possível devido à baixa conceptualização dos conhecimentos metacientíficos contemplados.

Na literatura recente, a integração dos conteúdos metacientíficos no contexto dos conteúdos científicos tem vindo a ser apontada como a abordagem mais favorável à promoção da compreensão da construção da ciência por parte dos alunos (Aydin & Tortumlu, 2015; Bektas, et. al. 2013; Buaraphan, 2012; Faikhamta, 2013; Schwartz, 2007). A presente investigação tem subjacente a ideia de que essa integração deve ser feita mediante o estabelecimento de relações entre conhecimentos científicos e metacientíficos em que estes últimos assumam, no entanto, menor estatuto.

### **1.1.5. Explicitação da construção da ciência**

Foi encontrado um baixo grau de explicitação dos conteúdos (conhecimentos e capacidades) relativos à metaciência, sobretudo na componente de Biologia. Em todo o programa, a maior parte (86%) das unidades de análise que contemplam metaciência não inclui qualquer explicação para a inclusão desse tipo de conteúdos, o que traduz um fraco enquadramento ao nível dos critérios de avaliação da metaciência. Também no que se refere às relações entre conhecimentos científicos e metacientíficos, foi encontrado um baixo grau de explicitação, sobretudo na componente de Biologia. Na globalidade do programa apenas 12% das unidades de análise que contemplam este tipo de relações incluem uma justificação para tal, que apenas é completa no caso de uma unidade de análise pertencente às orientações específicas da componente de Geologia. Também Silva e Sequeira (2006), num estudo centrado nos currículos de ciências do contexto educativo português, referem que nos programas de Biologia e Geologia dos 10.º e 11.º anos de escolaridade a natureza da Ciência “dilui-se no seio de toda a informação e torna-se pouco visível” (p. 23).

Este enquadramento fraco nos critérios de avaliação da metaciência significa que o Ministério da Educação tem, perante os agentes de recontextualização/reprodução do discurso pedagógico oficial (autores dos manuais e professores), um baixo grau de controlo sobre o texto relativo à construção da ciência que é tido como legítimo. Este espaço alargado de intervenção que é conferido aos autores dos manuais e aos professores pode conduzir à ocorrência de processos de recontextualização do discurso pedagógico, quando passa do programa para a sua recontextualização pedagógica ao nível dos manuais e para a sua implementação, por parte dos professores. Tal como defendem Moraes e Neves (2007b, p. 14), quando os discursos pedagógicos produzidos ao nível dos campos de recontextualização oficial e pedagógica são inseridos no nível de transmissão, podem sofrer ainda um processo de recontextualização, que depende do contexto específico de cada escola e da prática pedagógica de cada professor. Na ausência de orientações explícitas relativamente à inclusão da construção da ciência no ensino das ciências, a sua implementação em contexto de sala de aula fica à mercê dos princípios ideológicos e pedagógicos dos professores relativamente à metaciência. Os professores que, em função das suas crenças e valores relacionados com a educação científica, não valorizem a inclusão da metaciência no ensino das ciências, ou, ainda que a valorizem, não sejam capazes de reconhecer os significados próprios desse contexto e/ou os que são necessários à sua implementação, terão práticas pedagógicas muito distantes do texto considerado legítimo em termos de construção da ciência. Este aspeto é particularmente preocupante atendendo aos resultados de diversos estudos (e.g., Hanuscin et al., 2011; Cofré et al., 2014), que têm vindo a revelar que os professores não possuem nem os conhecimentos, nem as competências necessários para ensinar a natureza da ciência. É assim importante que os vários aspetos da metaciência a ensinar, bem como exemplos concretos de atividades e de estratégias de ensino-aprendizagem que promovam a sua aprendizagem, sejam facultados aos docentes (Bektas et al., 2013; Hipkins, 2012; Lederman, 2007) através dos programas curriculares, dos manuais escolares e de outros materiais pedagógicos. Para além disso, há que ter em consideração o facto de abordagens implícitas da natureza da ciência nos documentos curriculares poderem, por sua vez, implicar uma integração implícita nos respetivos manuais escolares (Aydin & Tortumlu, 2015), o que se irá refletir nas práticas pedagógicas dos professores e, consequentemente, nas aprendizagens dos alunos.

Neste sentido, diversos estudos (e.g., Aydin & Tortumlu, 2015; DiGiuseppe, 2014; Lederman, 2007; McComas, 2003; Sadler et al., 2004; Sardag et al., 2014; Schwartz et al., 2004) têm vindo a mostrar que a natureza da ciência deve ser contemplada de forma explícita não só nos documentos curriculares e nos materiais didáticos, tais como manuais escolares, mas também nas práticas letivas. Muitos autores (e.g., Lederman, Antink & Bartos, 2014) defendem que a metaciência deve ser ensinada no âmbito de atividades de sala de aula, tais como as de inquérito científico, devendo ficar bem explícito para os alunos o contexto no qual se processa a construção do conhecimento científico. Outros autores, tais como Duschl e Grandy (2013) defendem que a natureza da ciência deve ser abordada de forma explícita em contexto de sala de aula, mas apenas enquanto estratégia de ensino-aprendizagem e não enquanto conjunto de conteúdos a transmitir-adquirir. Segundo estes autores, a abordagem da natureza da ciência deve ser feita levando os alunos a experienciar formas de trabalho próprias da construção do conhecimento científico, nomeadamente o desenvolvimento e avaliação de provas científicas, de explicações e de conhecimentos, bem como a crítica e a comunicação de ideias e informações científicas, assumindo explicitamente que estas são formas de trabalho próprias da construção da ciência. Esta perspetiva de ensinar a natureza da ciência colocando os alunos a “fazer ciência” (ou criando-lhes essa ilusão) é, no entanto, considerada uma forma pouco adequada de contemplar a natureza da ciência em contexto de sala de aula, devendo esta ser considerada como um conjunto de conteúdos a transmitir-adquirir, que devem ser apresentados e desenvolvidos no âmbito de atividades de natureza diversa, de forma explícita (e.g., Abd-El-Khalick, 2012; Clough, 2011; Lederman, 2004; Niaz, 2009). Na presente investigação parte-se da perspetiva de que o ensino da construção da ciência deve passar pela transmissão-aquisição de conhecimentos metacientíficos em articulação com os conhecimentos científicos, bem como pela promoção do desenvolvimento de capacidades, nos alunos, próprias do “fazer ciência”, o que deve ser levado a cabo de forma explícita em ambos os casos. Os alunos devem ser envolvidos em contextos de aprendizagem que lhes permitam compreender a dinâmica do processo de construção da ciência, nomeadamente atividades investigativas de natureza prática/experimental, de comunicação e debate de resultados e de divulgação científica, ou outras. A relação entre esse tipo de atividades e a natureza da ciência deve ficar bem explícita, bem como os conhecimentos e capacidades metacientíficos a desenvolver nesse âmbito. Neste sentido, é fundamental que os documentos curriculares e os manuais escolares

contemplem orientações explícitas relativamente aos conhecimentos metacientíficos a transmitir-adquirir, às capacidades metacientíficas a desenvolver, às atividades de ensino-aprendizagem a implementar e à avaliação desses conhecimentos e capacidades.

## **1.2. A construção da ciência em manuais escolares de Biologia e Geologia do 10º ano**

A segunda questão de investigação foi a seguinte:

Qual a mensagem do discurso pedagógico de reprodução, presente em manuais escolares de Biologia e Geologia do 10º ano, relativamente ao *o que* e ao *o como* da construção da ciência?

Tendo como referência esta questão de investigação, apresentam-se e discutem-se as principais conclusões relativas à análise dos dois manuais escolares mais selecionados pelos professores. Apresentam-se, ainda, sempre que possível, reflexões sobre os efeitos que poderá ter, no ensino-aprendizagem da metaciência, a forma como esta está contemplada nos manuais. Tal como no programa desta disciplina, em termos de *o que*, foram considerados a distribuição relativa dos conhecimentos e das capacidades metacientíficos, a sua natureza, com referência à categorização de Ziman (1984, 2000) e o seu grau de complexidade. No que se refere ao *o como* foram considerados o grau de relação entre os conhecimentos metacientíficos e científicos – relações intradisciplinares e o grau de explicitação do discurso pedagógico, relativamente à presença de conteúdos metacientíficos e de relações entre os conhecimentos metacientíficos e científicos.

### **1.2.1. Distribuição relativa dos conhecimentos e das capacidades metacientíficos**

Os resultados da análise do discurso pedagógico presente nos dois manuais (A e B) escolares de Biologia e Geologia do 10º ano de escolaridade evidenciaram uma expressão da metaciência claramente mais acentuada na componente de Geologia do manual A, tanto na parte destinada aos alunos como nos materiais dos professores, com

45% de unidades de análise a contemplar a metaciência em ambas as partes.

Tal como se procedeu ao nível do programa, considerando que os conteúdos metacientíficos englobam conhecimentos e capacidades, foi analisada a sua distribuição relativa. Verificou-se assim que em ambos os manuais são mais valorizados os conhecimentos do que as capacidades, assumindo estes uma expressão considerável, muito superior à das capacidades. Parece assim que, para os autores dos manuais, contrariamente ao que acontece com os autores do programa, no que diz respeito à construção da ciência, é mais fácil fazer referências a conhecimentos do que operacionalizá-los em capacidades. Ao nível do corpo dos manuais esta prevalência dos conhecimentos parece normal, uma vez que esta parte é destinada ao desenvolvimento de conteúdos. No entanto, nos materiais dos professores, dada a sua natureza orientadora, seria de esperar que contivessem mais indicações acerca de capacidades que os alunos devem desenvolver no âmbito quer da ciência, quer da metaciência, que é o foco desta investigação. Esta prevalência dos conhecimentos relativamente às capacidades implica que sejam contemplados conhecimentos que não são operacionalizados em capacidades. Fica assim por esclarecer a que nível se pretende que esses conhecimentos sejam trabalhados pelos alunos: apenas memorizá-los?, compreendê-los?, aplicá-los?, mobilizá-los a um nível mais elevado, que implique análise e avaliação de informação, ou mesmo a criação de nova informação?

### **1.2.2. Natureza dos conteúdos (conhecimentos e capacidades) metacientíficos**

Verificou-se que, em ambos os manuais, quer na parte de desenvolvimento de conteúdos, quer nos materiais dos professores de ambas as componentes (Biologia e Geologia), as metodologias da ciência (dimensão filosófica) correspondem à dimensão da construção da ciência que mais se destaca. Seguem-se, em segundo lugar em termos de representatividade, as relações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade (dimensão sociológica externa) e, em terceiro lugar, a evolução histórica da ciência (dimensão histórica). As relações que se estabelecem no seio da comunidade científica (dimensão sociológica interna) e as características psicológicas dos cientistas (dimensão psicológica), enquanto fatores determinantes do processo de construção da ciência, são



pouco valorizadas.

Quanto à análise da natureza das capacidades metacientíficas, os resultados evidenciam que existe uma menor diversidade de aspetos relacionados com a construção da ciência ao nível das capacidades do que ao nível dos conhecimentos, em todas as partes dos manuais. Nesta análise também se destacou a prevalência da dimensão filosófica, ainda mais acentuada do que ao nível dos conhecimentos. Em ambos os manuais, de uma forma global, a dimensão sociológica externa é a segunda mais contemplada ao nível das capacidades metacientíficas mas, mesmo assim, com uma expressão baixa. As restantes dimensões da construção da ciência (dimensões histórica, psicológica e sociológica interna) têm uma expressão ainda mais baixa ao nível das capacidades, sendo mesmo omissas em algumas das partes dos dois manuais. Estes resultados revelam uma tendência, aos dois manuais, no sentido de, em termos de construção da ciência, atribuírem um lugar destacado às metodologias da ciência (dimensão filosófica). Também os resultados de diversos estudos internacionais (Aydin & Tortumlu, 2015; Chaisri & Thathong, 2014; Phillips & Chiappetta, 2007), em que se pesquisou a construção da ciência em manuais escolares, evidenciaram um enfoque em aspetos que podem ser categorizados na dimensão filosófica da conceptualização de Ziman (1980, 2000). Por exemplo, Phillips e Chiappetta (2007) investigaram a construção da ciência em doze manuais escolares de ciências do ensino médio dos EUA, tendo constatado que estes enfatizavam a ciência como forma de investigação e como forma de pensamento, aspetos que se podem relacionar com a dimensão filosófica da ciência Ziman (1984, 2000). Já no que se refere à história da ciência, os estudos internacionais têm vindo a revelar um cenário de grande estabilidade, diferente do encontrado no programa e nos manuais objeto de estudo nesta investigação. Por exemplo, no que diz respeito a essa dimensão da construção da ciência, Markert (2013) encontrou “resultados surpreendentemente similares relativos a diferentes países (e.g., Grã-Bretanha, Canadá, Grécia, Espanha, Estados Unidos), diferentes públicos-alvo (alunos de escolas do ensino secundário e de universidades), diferentes disciplinas (Biologia, Química, Física) e diversas décadas” (p. 318). A nível nacional, Pereira e Amador (2007), num estudo focado na história da ciência em manuais escolares de Ciências da Natureza, constataram que “a informação histórica, embora presente, não é na grande maioria das situações apresentada da forma mais consentânea com o desenvolvimento de concepções, consideradas corretas, sobre a natureza e evolução do

conhecimento científico” (p. 191). Estas autoras verificaram que, na maior parte das situações, os conteúdos históricos eram apresentados na forma de informação factual, “atribuindo-se excessivo valor a pequenas estórias ou a simples dados biográficos, sem destacar a importância, que nas diferentes épocas, assumiram as observações/experiências realizadas e/ou os modelos e teorias propostos” (p. 213).

Em termos de expressão da dimensão sociológica externa, a segunda mais contemplada ao nível dos conhecimentos e das capacidades metacientíficos, foi possível constatar que os manuais analisados neste estudo não correspondem à preocupação manifestada por Morris (2014), quando refere que a introdução de assuntos relacionados com as relações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade parecem ser uma meta internacional, apesar de muitos manuais escolares continuarem a falhar na inclusão dessa perspetiva social da ciência. Por exemplo, uma análise comparativa da forma como a natureza da ciência é apresentada em quatro manuais escolares de Biologia dos Estados Unidos da América e da República da Coreia (Lee, 2014) mostrou que nos manuais dos EUA era dada pouca ênfase às relações entre a ciência, a tecnologia e a sociedade, enquanto nos manuais coreanos esses aspetos da construção da ciência se destacavam. Também Calado et al., (2015), numa pesquisa realizada em manuais escolares de ciências alemães, constatou que estes negligenciam as relações entre a ciência, a tecnologia, a sociedade e o ambiente. O mesmo foi verificado por Santos (2004) e por Fernandes e Pires (2011) em manuais escolares de Ciências da Natureza do 5.º ano adotados em Portugal, em que as oportunidades proporcionadas aos alunos para se darem conta de problemas com impacto social eram reduzidas.

### **1.2.3. Grau de complexidade dos conteúdos (conhecimentos e capacidades) metacientíficos**

A grande maioria dos conhecimentos metacientíficos contemplados nas diferentes partes de cada manual corresponde a conceitos simples com baixo grau de abstração, mais acentuado no manual B e na parte dos manuais referente aos materiais dos professores, o que revela um baixo grau de conceptualização. Não deixa assim de ser curioso que, na parte de desenvolvimento de conteúdos, que se destina aos alunos, o grau de complexidade dos conhecimentos seja mais elevado do que nos materiais que

constituem recursos de apoio aos professores nas suas práticas letivas. Assinala-se ainda que, ao nível do desenvolvimento dos conteúdos de ambos os manuais, é claramente na componente de Geologia que o grau de conceptualização dos conhecimentos metacientíficos é mais elevado. Tendo como referência cada dimensão da construção da ciência, verificou-se que, de uma forma geral, é ao nível das metodologias da ciência (dimensão filosófica) que o grau de complexidade dos conhecimentos é mais elevado.

No que se refere às capacidades metacientíficas, constatou-se que o seu grau de complexidade em ambos os manuais é mais elevado do que o dos conhecimentos metacientíficos.

Mais uma vez se sublinha o facto curioso, que também se verificou no caso dos conhecimentos metacientíficos, de que, na parte destinada aos alunos dos dois manuais, as capacidades metacientíficas são mais conceptualizadas do que nos materiais dos professores.

Comparando os dois manuais, verificou-se que, no manual A, em ambas as componentes (Biologia e Geologia), as capacidades metacientíficas são mais conceptualizadas do que no manual B, sobretudo ao nível do corpo principal, o que vem ao encontro dos resultados obtidos relativamente à conceptualização dos conhecimentos metacientíficos. Está-se assim perante dois manuais com diferentes níveis de conceptualização dos conteúdos metacientíficos. A este propósito, há que ter em consideração que o facto de diversos manuais referentes a um mesmo programa transmitirem diferentes mensagens, sugere processos de recontextualização (Neves & Morais, 2001c).

Outro aspeto a sublinhar diz respeito ao facto de, ao nível do desenvolvimento de conteúdos, as capacidades metacientíficas relativas à Geologia terem um grau de complexidade superior às da Biologia, superioridade essa que é ainda mais acentuada no manual B. Assim, tal como acontece relativamente aos conhecimentos, a meio do ano letivo, quando se muda da Geologia para a Biologia, os alunos passam a defrontar-se com conteúdos metacientíficos menos complexos e portanto com um nível de exigência conceptual mais baixo.

Também ao nível das capacidades metacientíficas, tal como se verificou no caso dos conhecimentos metacientíficos, é ao nível das metodologias da ciência (dimensão filosófica) que o seu grau de complexidade é mais elevado, o que é natural face à

acentuada representatividade dessa dimensão da construção da ciência relativamente às restantes.

#### **1.2.4. Relação entre conhecimentos científicos e conhecimentos metacientíficos**

Em ambos os manuais, na parte do discurso pedagógico que contempla a construção da ciência, predomina a presença de relações entre conhecimentos científicos e metacientíficos. Em todas as partes analisadas, essas relações estão expressas em valores consideráveis, que vão desde os 72% aos 100%, sendo essa expressão ainda mais acentuada nos materiais dos professores do que no desenvolvimento de conteúdos. Na parte de desenvolvimento de conteúdos dos dois manuais é ao nível da Biologia que este tipo de intradisciplinaridade está mais presente, enquanto nos materiais dos professores é ao nível da Geologia que foi encontrado um maior grau de relação entre conhecimentos científicos e metacientíficos. A situação ideal do ensino das ciências, em conformidade com o quadro teórico deste estudo, tem, assim, uma expressão considerável na parte de desenvolvimento de conteúdos dos manuais (corpo do manual), sobretudo na componente de Biologia do manual A, mas é ainda mais acentuada nos materiais dos professores.

Está-se assim perante um cenário em que, quando são contemplados conhecimentos metacientíficos, as fronteiras entre estes e os conhecimentos científicos são esbatidas, valorizando-se a articulação entre os produtos e os processos da ciência. Esta integração entre ciência e metaciência é fundamental para a promoção de um elevado nível de exigência conceptual que é desejável na educação científica.

#### **1.2.5. Explicitação da construção da ciência**

A análise da explicitação da construção da ciência no contexto da relação autor do manual-professor apenas foi considerada nos materiais de apoio aos professores, uma vez que estes são a parte dos manuais que contém orientações relativamente ao texto legítimo que os autores pretendem que seja adquirido pelos professores e transmitido

por estes aos alunos. Os resultados desta análise evidenciaram que, ao nível das duas componentes – Biologia e Geologia - dos dois manuais, o discurso pedagógico é pouco explícito não só no que diz respeito ao *o que* (conteúdos metacientíficos), mas também relativamente ao *o como* (relação entre conhecimentos científicos e metacientíficos). De facto, verificou-se uma acentuada expressão dos casos de ausência de explicação relativa à inclusão dos conteúdos metacientíficos e das relações entre conhecimentos científicos e metacientíficos. Não obstante a elevada expressão desta relação intradisciplinar em ambos os manuais, a verdade é que essa situação resulta pouco explícita para os professores, principalmente no manual B. Na maior parte dos casos os conhecimentos e/ou capacidades metacientíficos, bem como as relações entre conhecimentos científicos e metacientíficos, são apenas apresentados ou meramente referidos. No manual A tanto os conteúdos metacientíficos como as relações entre conhecimentos científicos e metacientíficos são mais explícitos na componente de Geologia do que na de Biologia, enquanto que no manual B acontece o oposto.

Os materiais de apoio aos professores associados aos dois manuais revelaram assim um enquadramento fraco quanto aos critérios de avaliação do discurso metacientífico. Ainda que o programa fosse explícito relativamente à metaciência, estar-se-ia sempre perante uma situação preocupante relativamente à inclusão desta no ensino das ciências, já que os professores, nas suas práticas pedagógicas, baseiam-se mais nos manuais do que nos programas curriculares. Esta fidelidade dos docentes aos manuais escolares demonstra bem a importância que estes desempenham relativamente ao que é ensinado e ao que é aprendido nas salas de aula (e.g., Cavadas & Guimarães, 2012; Chiappetta et al., 1991; DiGiuseppe, 2014; Leite et al., 2008; Miller & Krumhansl, 2009; Pacheco, 2001; Pereira & Amador, 2007; Santos, 2001, 2004; Squire, 1992; Valverde et al., 2002; Wang, 2002). Face a estes resultados relativos à baixa explicitação do discurso metacientífico ao nível do programa e dos manuais, é plausível concluir que os professores ficam com um espaço alargado de controlo relativamente à implementação da construção da ciência nas suas práticas, o que pode ser preocupante na medida em que, tal como defendem Akerson et al. (2000), têm frequentemente visões distorcidas da ciência e dificuldade em promover o ensino-aprendizagem da construção da ciência. É provável que o baixo grau de explicitação da construção da ciência no programa de Biologia e Geologia tenha contribuído para o resultado encontrado nos manuais analisados quanto à explicitação da metaciência. Também as concepções dos

autores dos dois manuais analisados poderão ter condicionado o seu discurso, conduzindo a uma mensagem metacientífica pouco explícita.

### **1.3. Processos de recontextualização**

A terceira questão de investigação foi a seguinte:

Quais os processos de recontextualização que podem ter ocorrido entre o discurso pedagógico oficial do programa e o discurso pedagógico dos manuais escolares relativamente aos aspetos da construção da ciência analisados nesses textos?

De forma responder a esta questão, constituiu objetivo da investigação caracterizar o sentido e a extensão dos processos de recontextualização que ocorrem quando se passa do programa para os manuais, bem como no interior desses textos, relativamente aos aspetos da construção da ciência considerados na sua análise. Pretendeu-se ainda refletir sobre eventuais causas e consequências desses processos de recontextualização para o ensino-aprendizagem da construção da ciência.

#### **1.3.1. Recontextualização do discurso pedagógico oficial ao nível dos manuais escolares**

No campo de recontextualização pedagógica, os autores dos manuais mantiveram sensivelmente a expressão da metaciência que é contemplada no discurso pedagógico oficial do programa. No caso do manual A, os seus autores mantiveram, inclusive, a discrepância entre as componentes de Biologia e Geologia, se bem que de forma menos acentuada, já que também nesse manual a metaciência é mais valorizada ao nível da Geologia. Também em termos da importância relativa atribuída às diferentes dimensões da construção da ciência, quer ao nível dos conhecimentos, quer ao nível das capacidades, não se registaram processos de recontextualização acentuados do discurso pedagógico oficial em ambos os manuais. Com efeito, estes mantêm o padrão do programa relativamente às dimensões mais valorizadas (dimensões filosófica e sociológica externa) e às menos visadas (dimensões psicológica e sociológica interna). Está-se assim perante mensagens sociológicas que manifestam alguma coerência

relativamente à natureza dos conteúdos metacientíficos e que vão ao encontro dos resultados obtidos em estudos internacionais, tais como por exemplo McComas e Olson (1998).

Assinalam-se, no entanto, processos de recontextualização mais acentuados na passagem do discurso pedagógico do programa para ambos os manuais, relativamente à conceptualização dos conhecimentos e das capacidades metacientíficos e à relação entre ciência e metaciência. Esta recontextualização levada a cabo pelos autores dos manuais traduz-se na diminuição da conceptualização dos conhecimentos e das capacidades metacientíficas, e no aumento do grau de relação entre conhecimentos científicos e metacientíficos, bem como da expressão da situação ideal do ensino das ciências, em conformidade com o quadro teórico deste estudo. Esta é aquela em que existe relação entre conhecimentos científicos e metacientíficos, tendo estes últimos menor estatuto nessa relação.

Excetuam-se desta constatação as componentes de Geologia de ambos os manuais relativamente à conceptualização dos conhecimentos metacientíficos, uma vez que nestas o seu grau de complexidade se mantém quase inalterado relativamente ao programa. Atendendo a que frequentemente os professores baseiam as suas práticas nos manuais, consultando raramente os programas (Cavadas & Guimarães, 2012; Chiappetta et al., 1991; Leite et al., 2008; Pacheco, 2001; Pereira & Amador, 2007; Santos, 2001, 2004; Squire, 1992; Valverde et al., 2002), esta diminuição da conceptualização dos conteúdos metacientíficos pode vir a implicar que os docentes implementem aprendizagens com um nível de conceptualização inferior ao visado no programa. Este processo de recontextualização pedagógica assume uma extensão ainda maior no caso dos materiais dos professores, já que, ao nível destes, a diminuição da conceptualização dos conteúdos metacientíficos e o aumento da intradisciplinaridade entre ciência e metaciência são ainda mais acentuados do que ao nível da parte de desenvolvimento de conteúdos. Está-se assim perante uma situação paradoxal, já referida anteriormente, em que a parte dos manuais destinada apenas aos professores contempla conteúdos menos conceptualizados do que a parte que se destina aos alunos.

Quanto ao grau de explicitação dos conteúdos metacientíficos, verificou-se que este sofre alterações pouco acentuadas na passagem do programa para o manual A e baixa claramente na passagem do programa para o manual B. Já o grau de explicitação das relações entre conhecimentos científicos e metacientíficos, aumenta ou diminui,

consoante a componente (Biologia e Geologia) ou o manual que se está a considerar. Tal como discutido anteriormente neste capítulo, esta baixa explicitação da construção da ciência, quer ao nível do programa, quer ao nível dos manuais, confere aos professores um espaço alargado de controlo em que as regras que controlam o discurso metacientífico são quase omissas. Na ausência dessas regras, as práticas pedagógicas dos professores virão a ser condicionadas essencialmente pelos seus princípios ideológicos e pedagógicos relativamente à construção da ciência. Desta forma, os programas de formação de professores de ciências, os documentos curriculares e os manuais escolares devem contemplar de forma explícita conteúdos relacionados com a construção da ciência e estratégias para a sua lecionação (Aydin & Tortumlu, 2015; DiGiuseppe, 2014; Lederman, 2007; Sardag et al., 2015).

### **1.3.2. Recontextualização interna do discurso pedagógico no programa e nos manuais escolares**

Em cada uma das componentes de Biologia e Geologia do programa, o discurso pedagógico relativo à construção da ciência sofre ainda um processo de recontextualização interna quando passa das orientações gerais para a parte da sua concretização - orientações específicas. Neste processo, a conceptualização das capacidades metacientíficas aumenta, acontecendo o oposto com os conhecimentos metacientíficos e aumenta o grau de relação entre conhecimentos científicos e metacientíficos. Está-se assim perante uma orientação contraditória em termos de exigência conceptual, atendendo a que esta é determinada pela conjugação da conceptualização dos conhecimentos e das capacidades metacientíficos, bem como do grau de relação entre conhecimentos científicos e metacientíficos. Neste processo de recontextualização interna também diminui a explicitação dos conteúdos metacientíficos e da intradisciplinaridade entre conhecimentos científicos e metacientíficos, esta última apenas ao nível da Geologia. Estas descontinuidades no interior do programa, entre as mensagens sociológicas das intenções gerais e das orientações específicas, também foram identificadas noutros estudos focados em currículos de ciências (e.g., Boujoude, 2002; Neves & Morais, 2001a). A este propósito, há que ter em consideração que os professores normalmente baseiam as suas práticas letivas apenas nas orientações específicas dos programas, não chegando a ler os seus princípios gerais, e mesmo



quando os leem, têm normalmente dificuldade em operacionalizar essas orientações sem recorrer às sugestões de concretização da segunda secção do programa (Castro, 2006). Por conseguinte, neste caso, os professores poderão vir a implementar, em contexto de sala de aula, aprendizagens com um nível de conceptualização mais baixo do que o que foi preconizado ao nível das intenções gerais do programa.

Também em cada manual o discurso pedagógico sofre um processo de recontextualização no seu interior, quando se passa da parte destinada aos alunos para os materiais de apoio aos professores. Nesta recontextualização diminui a conceptualização dos conhecimentos metacientíficos e das capacidades metacientíficas e, à exceção do que se verifica na componente de Biologia do manual A, aumenta o grau de relação entre conhecimentos científicos e metacientíficos. Está-se assim, tal como acontece com o programa, perante uma orientação contraditória em termos de exigência conceptual, atendendo a que esta é determinada pela conjugação da conceptualização dos conhecimentos e das capacidades metacientíficos, bem como do grau de relação entre conhecimentos científicos e metacientíficos. Neste caso, o facto de a conceptualização dos conhecimentos metacientíficos e das capacidades metacientíficas se tornar consideravelmente mais baixa nos materiais destinados aos professores, não deixa de constituir um facto curioso. Efetivamente, os professores vão encontrar, ao nível das orientações que lhes são dadas pelos autores dos manuais escolares, conhecimentos e capacidades menos conceptualizados do que os que constam da parte dos manuais que se destina aos alunos.

### **1.3.3. Discrepâncias entre as componentes de Biologia e de Geologia no programa e nos manuais**

Nesta investigação, à semelhança de outros estudos que incidiram em currículos de ciências (e.g., BouJaoude, 2002; Calado & Neves, 2012; Castro, 2006; Ferreira & Morais, 2014a), foram encontradas discrepâncias entre as componentes de Biologia e Geologia, tanto no programa, como nos manuais, relativamente aos diversos parâmetros de análise. No programa, a construção da ciência é claramente mais valorizada na componente de Geologia. Nesta, a frequência relativa de conteúdos metacientíficos e a conceptualização das capacidades metacientíficas, bem como a intradisciplinaridade

entre conhecimentos científicos e metacientíficos e respetivo grau de explicitação, são mais elevados do que na componente de Biologia. O mesmo acontece no corpo dos manuais relativamente à representatividade da metaciência e à conceptualização das capacidades metacientíficas, com a única diferença de que num desses manuais (Manual A) também os conhecimentos metacientíficos têm um maior grau de complexidade ao nível da Geologia. Já o grau de relação entre conhecimentos científicos e metacientíficos é mais elevado na componente de Biologia.

Nos materiais dos professores associados aos manuais também se verificaram diversas discrepâncias entre as duas componentes relativamente aos aspetos analisados mas sem que exista um padrão que permita identificar, como no caso do corpo dos manuais, a componente em que a construção da ciência é mais valorizada.

No caso do programa, estas disparidades implicam que, quer os autores dos manuais, quer os professores, sejam confrontados com diferentes mensagens relativas à construção da ciência, conforme a parte do programa considerada, o que, aliado à baixa explicitação da construção da ciência, é obviamente passível de colocar em causa a sua abordagem ao nível dos manuais escolares e a sua implementação em contexto de sala de aula. Na eventualidade de os professores serem fiéis ao programa, e tendo em consideração que este se inicia pela componente de Geologia, passando depois, a meio do ano letivo, para a componente de Biologia, os alunos serão confrontados com grandes descontinuidades relativamente à construção da ciência. Ser-lhes-á proporcionado o desenvolvimento de capacidades mais simples e de aprendizagens que implicam um grau de relação entre ciência e metaciência mais baixo. Consequentemente, passarão a ser confrontados com um nível de exigência conceptual mais baixo, já que este está diretamente relacionado com a conceptualização dos conteúdos metacientíficos abordados e com o grau de relação entre conhecimentos científicos e metacientíficos. Estas descontinuidades verificadas no discurso pedagógico oficial do programa foram reproduzidas, em parte, no discurso pedagógico dos manuais. Por conseguinte, ainda que os professores se baseiem apenas nesse tipo de textos pedagógicos, os alunos serão igualmente confrontados com uma diminuição do nível de exigência conceptual das aprendizagens científicas que lhes são proporcionadas.

Uma das hipóteses que se pode colocar para explicar as causas destas descontinuidades, tem a ver com o facto de estas duas componentes terem sido elaboradas por equipas de autores diferentes que, provavelmente, terão diferentes

conceitos de ciência e diferentes perspectivas acerca do ensino das ciências. Para além disso, há também que colocar a hipótese de as orientações do Ministério da Educação relativamente a estes aspetos não terem sido claras para os autores dos programas. Curiosamente, este tipo de descontinuidade também já foi evidenciado em estudos (e.g., Montinho, 2015) incidentes em manuais escolares de Física e Química do 10.º ano. Estes evidenciaram discrepâncias entre as componentes de Física e de Química relativamente a vários aspetos, nomeadamente a expressão da história da ciência, mais valorizada na componente de Química.

#### **1.4. A construção da ciência e as concepções dos professores**

De acordo com o problema do estudo, a quarta questão de investigação definida foi a seguinte:

Quais os princípios ideológicos e pedagógicos dos professores sobre a construção da ciência e em que medida esses princípios interferem na interpretação/aplicação que fazem do programa de Biologia e Geologia do 10º ano?

Em resposta a esta questão de investigação, de seguida apresentam-se e discutem-se as principais conclusões do estudo relativas às concepções acerca da construção da ciência de um grupo de duzentos e três professores que lecionaram a disciplina de Biologia e Geologia, com base nos dois manuais que constituem objeto deste estudo. As concepções dos professores foram analisadas em termos dos seus princípios ideológicos e pedagógicos, bem como das interpretações que fazem do programa, relativamente à construção da ciência. Relacionam-se, ainda, os princípios pedagógicos manifestados pelos professores, independentemente do programa e quando confrontados com este, de modo a compreender-se como esses princípios podem interferir no ensino-aprendizagem da construção da ciência e em que medida podem ser influenciados pelo programa. São ainda apresentadas algumas reflexões sobre possíveis consequências das relações que se estabelecem entre o programa, os manuais e as concepções dos docentes de Biologia e Geologia para o ensino-aprendizagem da construção da ciência.

### **1.4.1. Princípios ideológicos**

Com esta análise pretendeu-se averiguar em que medida os professores, em função das suas crenças e valores relacionados com a educação científica, consideram importante que se contemple a metaciência no ensino das ciências. Os resultados evidenciaram que quase todos professores participantes neste estudo (92%) manifestam princípios ideológicos que valorizam a inclusão da construção da ciência no ensino das ciências. Cerca de metade desse grupo (47%) considerou mesmo que deve ser dada igual importância aos conhecimentos científicos e metacientíficos. Os restantes (45%), consideraram que estes últimos devem ser contemplados, mas sendo-lhes dada menos importância do que aos conhecimentos científicos. Esta última posição corresponde à situação que melhor ilustra uma aprendizagem científica significativa de acordo com o quadro teórico desta tese, sendo aquela em que existe relação entre conhecimentos científicos e metacientíficos e em que é conferido aos conhecimentos científicos maior estatuto nessa relação (Ferreira & Morais, 2014a; Ferreira et al., 2015).

Por conseguinte, atendendo a que, tal como defende Waters-Adams (2006), as boas práticas dos professores não dependem apenas das suas visões acerca da natureza da ciência, mas também das suas crenças pessoais acerca da educação científica, a grande maioria destes professores, parece preparada, em termos de princípios ideológicos, para implementar a construção da ciência.

### **1.4.2. Princípios pedagógicos**

Com esta análise pretendeu-se averiguar os princípios pedagógicos relativos à construção da ciência que estão na base das práticas que os professores mais valorizam e avaliar em que medida esses princípios são favoráveis à implementação adequada da metaciência. Esta é considerada, na perspetiva da presente investigação, como aquela em que a construção da ciência é ensinada no âmbito de atividades de natureza diversa que permitam aos alunos compreender o contexto em que se produz o conhecimento científico, devendo ficar bem explícitos os conhecimentos e capacidades metacientíficos a desenvolver nesse âmbito, bem como a relação entre os conhecimentos científicos e os processos que estiveram na sua origem. Os princípios pedagógicos dos professores

relativamente à construção da ciência foram assim averiguados em função da posse das regras de reconhecimento e de realização passiva (Bernstein, 1990) relativamente aos conteúdos relacionados com a construção da ciência e às relações entre estes e os conhecimentos científicos. A maioria dos docentes participantes (98%) mostrou possuir regras de reconhecimento relativamente aos conhecimentos e às capacidades metacientíficas a ser abordados nas práticas pedagógicas, mas em diferentes graus. No caso da avaliação da posse das regras de reconhecimento dos conhecimentos, verificou-se que a situação mais frequente era a que corresponde à posse dessas regras em grau baixo (38%). No caso da avaliação da posse das regras de reconhecimento das capacidades constatou-se que predominavam (47%) aqueles que as possuíam em grau médio. Parece assim, que em termos de construção da ciência, estes professores reconhecem mais facilmente as capacidades enquanto conteúdos que devem ser abordados nas suas práticas letivas, do que os conhecimentos.

Quanto às regras de reconhecimento relativamente a cada dimensão da construção da ciência ao nível dos conhecimentos e das capacidades, foi possível concluir que, no grupo dos participantes, há mais professores capazes de associar os conhecimentos e as capacidades metacientíficas ao contexto de cada dimensão da construção da ciência do que a identificá-los enquanto conteúdos que devem ser abordados nas suas práticas pedagógicas.

Verificou-se também que, tendo como referência os conhecimentos metacientíficos, as dimensões da construção da ciência que foram reconhecidas por uma maior percentagem de professores foram as dimensões psicológica (88%), sociológica interna (82%) e sociológica externa (85%). Facto curioso é que as dimensões psicológica e sociológica interna correspondem aos aspetos da construção da ciência menos visados, tanto no programa, como nos respetivos manuais analisados. Tendo como referência as capacidades metacientíficas, os aspetos da construção da ciência que foram reconhecidos por uma maior percentagem de professores correspondiam às dimensões psicológica (89%) e sociológica externa (87%). Tal como aconteceu relativamente aos conhecimentos metacientíficos, também no que se refere às capacidades relacionadas com as características psicológicas dos cientistas, ainda que tendo uma baixa expressão ao nível dos manuais e do programa, são reconhecidas pela grande maioria dos professores. Por conseguinte, em termos de natureza dos conhecimentos e das capacidades metacientíficas, verificaram-se disparidades

acentuadas entre o discurso pedagógico presente no programa e nos manuais e os princípios pedagógicos destes professores.

Quanto às regras de realização passiva, os resultados obtidos permitiram verificar que cerca de metade dos professores demonstrou possuí-las, tanto ao nível dos conhecimentos metacientíficos (48%) como das capacidades metacientíficas (56%). Estes identificaram, como razão principal para que este tipo de conhecimentos e de capacidades seja incluído no ensino das ciências, o facto de estes contribuírem para uma aprendizagem mais significativa dos conteúdos científicos. Mostraram assim ser capazes de identificar os significados necessários à implementação dos conhecimentos e das capacidades relacionados com a construção da ciência nas suas práticas pedagógicas.

Foi possível constatar que há mais professores a possuir as regras de reconhecimento do que as regras de realização passiva. Alguns destes professores conseguiram seleccionar os conhecimentos e as capacidades relacionados com a construção da ciência que devem ser abordados nas práticas letivas, associá-los a cada uma das suas dimensões, mas não foram capazes de identificar a razão legítima para a sua inclusão no ensino das ciências, o que vai certamente condicionar a sua implementação ao nível das práticas pedagógicas. Por exemplo, se um professor considerar como razão principal para a inclusão de conteúdos relativos à construção da ciência nas suas aulas de Biologia e Geologia, o facto de estes contribuírem para a motivação dos alunos e não o facto de estes contribuírem para uma aprendizagem mais significativa dos conteúdos científicos (justificação legítima), vai com certeza atribuir-lhes uma importância menor nas suas práticas letivas. Nessa perspetiva, é também pouco provável que venha a contemplar esses conteúdos metacientíficos na avaliação de aprendizagens. Na verdade, esse professor, ainda que reconheça os conhecimentos e capacidades metacientíficos que devem ser abordados e seja capaz de os associar às respetivas dimensões da construção da ciência, não está em condições de assegurar a forma adequada de implementação desse tipo de conteúdos. Esta situação corresponde à preocupação manifestada por numerosos investigadores (Acevedo et al., 2005; Bartholomew et al., 2004; Bektas et al., 2013; Gil-Pérez, Guisasola, Moreno, Cachapuz, Carvalho, Torregrosa, Salinas, Valdés, González & Duch, 2002; Hanuscin et al., 2011; Lederman, 2007; Liang et al., 2009), ao sustentarem que os professores não precisam apenas de compreender a construção da ciência, eles têm de ser capazes de transformar

essa compreensão no âmbito das suas práticas pedagógicas e é aí que reside o problema principal da implementação da construção da ciência em contexto de sala de aula.

Quanto às relações entre conhecimentos científicos e metacientíficos, quase todos os docentes participantes neste estudo evidenciaram princípios pedagógicos favoráveis à sua implementação, já que a grande maioria (96%) mostrou possuir regras de reconhecimento e de realização passiva relativamente a esse tipo de intradisciplinaridade. Estes docentes conseguiram reconhecer que os conhecimentos metacientíficos devem ser abordados em simultâneo com os conhecimentos científicos, estabelecendo relação entre estes dois tipos de conhecimentos, ou seja, conseguiram reconhecer os significados adequados ao estabelecimento deste tipo de relações no contexto da construção da ciência. Cerca de metade (51%) mostrou mesmo que possui essas regras em grau elevado, já que considerou que nessa relação deve ser dada mais importância aos conhecimentos científicos, situação ideal do ensino das ciências de acordo com o quadro teórico desta tese.

Os resultados da análise da posse de regras de realização passiva permitiram concluir que quase todos os participantes neste estudo (96%) foram capazes de identificar, como principal razão justificativa para uma abordagem simultânea dos conhecimentos metacientíficos e científicos, a importância do estabelecimento de relações entre esses dois tipos de conhecimentos, conseguindo assim identificar os significados necessários à sua implementação em sala de aula. 65% dos professores conseguiu mesmo ir mais longe, ao seleccionar, como razão para a importância do estabelecimento deste tipo de relações, o facto de estas permitirem a ligação entre os processos e os produtos da ciência, o que confere mais significado à aprendizagem científica. Por conseguinte, quase todos estes docentes mostraram que, para além de serem capazes de reconhecer as relações entre conhecimentos científicos e metacientíficos enquanto significados específicos do contexto da construção da ciência, também conseguem identificar os significados necessários à sua implementação em sala de aula. Estes resultados revelam coerência entre as concepções dos professores, o programa e os manuais, já que estes dois tipos de texto pedagógico evidenciaram um grau de relação entre conhecimentos científicos e metacientíficos elevado, sobretudo no caso dos manuais. Essa articulação entre ciência e metaciência tem no entanto um baixo grau de explicitação tanto no programa como nos manuais (pontos 1.5 e 2.5). Esse fraco enquadramento nos critérios de avaliação das relações entre conhecimentos científicos e

metacientíficos confere aos professores um espaço alargado de ação em que estes, face à ausência de orientações explícitas por parte do Ministério da Educação e dos autores dos manuais, são condicionados sobretudo pelos seus princípios pedagógicos acerca desse tipo de intradisciplinaridade. Uma vez que quase todos os docentes evidenciaram princípios pedagógicos favoráveis à implementação de relações entre conhecimentos científicos e metacientíficos, o facto de estas serem pouco explícitas poderá não consistir propriamente um problema. O mesmo não se pode dizer relativamente às consequências do baixo grau de explicitação dos conteúdos metacientíficos no programa e nos manuais, já que, no que se refere a estes, cerca de metade dos docentes não foi capaz de identificar os significados necessários à sua implementação.

### **1.4.3. Interpretação do programa**

A interpretação que os professores fazem do programa de Biologia e Geologia do 10.º ano relativamente à construção da ciência foi também avaliada em função da posse de regras de reconhecimento e de realização passiva relativamente aos conhecimentos e às capacidades metacientíficos, bem como às relações entre conhecimentos científicos e metacientíficos, mas no contexto do programa. Os resultados desta análise mostraram que mais de metade dos participantes neste estudo (61%) não foi capaz de identificar a componente mais favorável a uma aprendizagem científica significativa em termos de presença de conhecimentos e de capacidades metacientíficos (regras de reconhecimento), nem de seleccionar, como justificação para tal, o facto de a presença deste tipo de conteúdos permitir a realização de aprendizagens com maior nível de complexidade conceptual (regras de realização passiva). Afigura-se interessante que, fora do contexto do programa, foi consideravelmente maior a percentagem de professores que manifestou regras de reconhecimento e regras de realização passiva relativamente aos conhecimentos e às capacidades metacientíficos, se bem que se tenham verificado diferentes graus de posse destas regras.

Os resultados da avaliação das regras de reconhecimento relativamente às relações entre conhecimentos científicos e metacientíficos no contexto do programa evidenciaram que uma parte considerável dos professores (73%) as possui. Estes docentes conseguiram reconhecer a componente em que a associação no mesmo



tema/unidade de conhecimentos científicos e metacientíficos favorece a ligação entre esses dois tipos de conhecimentos. No entanto, cerca de metade desses professores não conseguiu identificar a justificção legítima para a importância do estabelecimento desse tipo de relações. Estes mostraram assim que, no contexto do programa, apesar de terem reconhecido a situação mais favorável a uma aprendizagem científica significativa em termos de relações entre conhecimentos científicos e metacientíficos, não foram capazes de identificar os significados necessários à sua implementação (regras de realização passiva).

Assinala-se que, também no caso das relações entre conhecimentos científicos e metacientíficos, a percentagem de professores que mostrou possuir quer as regras de reconhecimento quer as regras de realização passiva fora do contexto do programa (96%) é consideravelmente superior à percentagem de professores que demonstrou essa posse com referência ao programa.

Este estudo permitiu assim constatar que os professores participantes, na sua grande maioria, valorizam a construção da ciência na educação científica - princípios ideológicos - e reconhecem os significados específicos desse contexto - princípios pedagógicos. Manifestam, no entanto, mais dificuldades na identificação dos significados necessários à implementação da construção da ciência ao nível das práticas pedagógicas, o que vai ao encontro dos resultados da investigação que tem vindo a ser feita ao nível dos professores e da construção da ciência. De acordo com esses estudos (Akerson & Abd-El-Khalick, 2003; Appleton, 2006; Bartholomew et al., 2004; Hanuscin et al., 2011; Schwartz & Lederman, 2002) o problema principal da implementação da construção da ciência em sala de aula não reside propriamente na compreensão da natureza da ciência, por parte dos professores, mas sim na sua dificuldade em transpor essa compreensão para o contexto das suas práticas.

No entanto, estes resultados sobre a posse das regras de reconhecimento e de realização passiva relativamente à construção da ciência baixam consideravelmente quando o grupo de professores em estudo é confrontado com o programa de Biologia e Geologia, o que permite inferir a possibilidade de existência de problemas ao nível da interpretação do programa. Parece assim que, no caso destes professores, o programa interfere com as suas regras de reconhecimento e de realização passiva relativamente à construção da ciência, o que provavelmente poderia ser, em parte, ultrapassado se o programa fosse mais explícito relativamente à metaciência. Esta consideração vai ao

encontro das preocupações manifestadas por Silva e Sequeira (2006), num estudo focado na natureza da ciência nos currículos de ciências do sistema educativo português, nos quais se integra o programa de Biologia e Geologia do 10.º ano. Estes autores chamaram a atenção para o facto de esses documentos revelarem “algumas omissões que dificultam a operacionalização da natureza da Ciência no ensino das Ciências” (p. 25). Este problema assume particular pertinência quando se consideram outros estudos que evidenciaram dificuldades, por parte dos professores, na identificação de enunciados de natureza epistemológica nos currículos (e. g., Cunha & Cachapuz, 2001, 2005).

### **1.5. Síntese**

Os resultados deste estudo permitiram verificar que a mensagem relativa à construção da ciência que consta do programa de Biologia e Geologia do 10.º ano, e dos dois manuais analisados, quer ao nível dos conhecimentos quer ao nível das capacidades, privilegia claramente as metodologias da ciência e, seguidamente, a sua sociologia externa. A análise do grau de conceptualização dos conhecimentos e das capacidades metacientíficos permitiu constatar que, tanto no programa como nos manuais, o grau de complexidade dos conhecimentos é mais baixo do que o das capacidades. Quanto ao grau de relação entre conhecimentos metacientíficos e científicos, outro dos fatores que influencia a exigência conceptual da aprendizagem científica, verificou-se que este é acentuadamente mais baixo no programa do que nos manuais. Outro aspeto a destacar diz respeito à baixa explicitação da mensagem relativa à construção da ciência, que se verificou tanto ao nível do programa como dos manuais escolares. Este estudo permitiu ainda constatar que ocorreram processos de recontextualização do discurso pedagógico, quando este foi transposto do programa para os manuais escolares, bem como no interior desses textos, relativamente à construção da ciência. Estes processos de recontextualização resultaram em discrepâncias entre esses textos pedagógicos, bem como no seu interior que, aliadas ao seu baixo grau de explicitação relativamente à metaciência, poderão condicionar a interpretação que os professores fazem deles. Por sua vez, também a interpretação que os autores dos manuais escolares fazem do programa poderá ser condicionada pelas discrepâncias encontradas no seu interior, entre as orientações específicas e as

orientações gerais, bem como entre as suas componentes (Biologia e Geologia). Estes constrangimentos relativos às interpretações realizadas pelos autores dos manuais e pelos professores poderão originar processos de recontextualização aquando da implementação do programa em contexto de sala de aula e ao nível da sua reprodução, em sede de elaboração de manuais.

No que se refere às conceções dos professores sobre a construção da ciência, os resultados deste estudo revelaram que, os professores participantes, na sua grande maioria, valorizam a construção da ciência na educação científica (princípios ideológicos) e reconhecem os significados específicos desse contexto (princípios pedagógicos). Manifestam, no entanto, mais dificuldades na identificação dos significados necessários à implementação da construção da ciência ao nível das práticas pedagógicas. No entanto, estes resultados baixaram consideravelmente quando estes docentes foram confrontados com o programa de Biologia e Geologia, o que permite inferir a possibilidade de existência de problemas ao nível da interpretação do programa. É assim plausível prever que os professores de Biologia e Geologia, ainda que possuam princípios ideológicos e pedagógicos no sentido de uma implementação legítima da metaciência<sup>1</sup>, venham a experimentar dificuldades a esse nível quando confrontados com o programa, tal como aconteceu com os professores participantes no estudo. Caso os manuais em que se baseiem manifestem, tal como os que foram analisados nesta investigação, discontinuidades relativamente ao programa, discrepâncias internas e baixa explicitação do texto metacientífico, acentuar-se-ão as dificuldades desses professores em ensinar a construção da ciência. A este respeito, há que assinalar que os manuais que foram estudados nesta investigação são os dois mais seleccionados em 2013/2014, o que permite ter uma ideia da abrangência das repercussões no ensino das ciências que estes podem ter tido.

---

<sup>1</sup> Tal como referido anteriormente, de acordo com a presente investigação, a implementação legítima da construção da ciência é aquela em que esta é ensinada no âmbito de atividades de natureza diversa que permitam aos alunos compreender o contexto em que se produz o conhecimento científico, devendo ficar bem explícitos os conhecimentos e capacidades metacientíficos a desenvolver nesse âmbito, bem como a relação entre os conhecimentos científicos e os processos que estiveram na sua origem.

## 2. CONTRIBUTOS DO ESTUDO

Os resultados deste estudo e as sugestões/recomendações que daí advêm, poderão, aos diversos níveis do sistema educativo, contribuir para promover a inclusão da construção da ciência no ensino das ciências, com vista à melhoria da aprendizagem científica. De seguida, apresentam-se e discutem-se esses contributos.

A caracterização da mensagem sociológica do programa de Biologia e Geologia relativamente à construção da ciência pode contribuir para melhorar a sua interpretação por parte dos professores e dos autores dos manuais escolares. Os autores dos manuais, enquanto agentes de recontextualização pedagógica, bem como os professores, no âmbito das suas práticas letivas, levam a cabo um processo de recontextualização do discurso pedagógico oficial contido no programa que é condicionado, entre outros fatores, pelo grau de conhecimento que têm do mesmo. É desejável que a extensão e o sentido que os autores dos manuais e os docentes incutem a essas recontextualizações resultem de opções conscientes, fundamentadas num conhecimento aprofundado do programa. Por exemplo, nalguns casos essa recontextualização pode até configurar uma mais-valia, na medida em que um melhor conhecimento do significado da mensagem contida no discurso pedagógico presente no programa poderá permitir aos autores dos manuais e aos professores identificar aspetos menos consistentes, podendo melhorá-los e até complementá-los. Os professores poderão assim tomar decisões relativas às suas práticas pedagógicas mais fundamentadas e conscientes, o mesmo acontecendo com os autores dos manuais escolares relativamente ao discurso pedagógico que consta destes. Também ao nível das agências do Ministério da Educação onde é gerado o discurso pedagógico oficial que consta do programa de Biologia e Geologia, é importante conhecer a forma como neste estudo é interpretada a sua mensagem relativa à construção da ciência, nomeadamente as fragilidades que lhe são identificadas. Neste sentido, os responsáveis pela elaboração e avaliação de documentos curriculares relativos à disciplina de Biologia e Geologia poderão atuar no sentido de melhorar essa mensagem num novo programa ou em metas curriculares de Biologia e Geologia que venham a ser elaborados.

Quanto à caracterização da mensagem sociológica relativa à construção da ciência que consta dos manuais escolares, há que ter em consideração o importante papel que estes desempenham nas práticas letivas dos professores (DiGiuseppe, 2014;

Miller & Krumhansl, 2009; Leite et al., 2008; Wang, 2002). Estes constituem-se como mediadores entre as ideias presentes no currículo intencional e o mundo das salas de aula (e.g., Schmidt et al., 1997; Valverde et al. 2002), determinando mesmo o que os professores ensinam e o que os alunos aprendem (Chiappetta & Koballa, 2002). Por conseguinte, um melhor conhecimento dessa mensagem por parte dos professores pode, por um lado, ajudá-los a identificar aspetos menos consistentes que poderão melhorar, quando utilizam os manuais em contexto de sala de aula. Por outro lado, um melhor conhecimento do discurso pedagógico dos manuais pode também ajudar os professores a identificar aspetos relativos à construção da ciência que estejam melhorados relativamente ao programa, o que constituirá uma mais-valia para as suas práticas pedagógicas. Para os autores dos manuais, conhecer a forma como a mensagem que estes transmitem acerca da construção da ciência é interpretada, poderá contribuir para que a melhorem em futuras edições.

Também o estudo das concepções dos professores relativamente à construção da ciência, não obstante não ser possível o estabelecimento de generalizações devido à dimensão da amostra, trouxe contributos relevantes. A caracterização dos princípios ideológicos e pedagógicos dos participantes no estudo relativamente à construção da ciência, com identificação das principais potencialidades e dificuldades que manifestaram relativamente à sua implementação, poderá constituir uma importante referência para formadores de professores. Para os autores dos programas e dos manuais essa informação poderá fornecer pistas importantes relativamente ao grau de explicitação que devem considerar nas orientações relativas à construção da ciência contidas nesses textos.

Com este estudo espera-se também, ao nível de decisores políticos na área da educação, responsáveis pela elaboração e avaliação de programas, autores dos manuais escolares e outros responsáveis pela sua edição, formadores de professores e professores, contribuir com sugestões/recomendações relativas à inclusão da construção da ciência no ensino das ciências de nível secundário.

Neste sentido, espera-se contribuir para que, no que se refere à natureza dos conteúdos metacientíficos a serem desenvolvidos no contexto de ensino-aprendizagem, não sejam desvalorizados aspetos importantes que interferem na construção da ciência. De facto, para proporcionar aos alunos uma imagem fidedigna da ciência, é importante considerar a grande variedade de fatores que interferem na sua construção. Neste

âmbito, o recurso à conceptualização de Ziman (1984, 2000) para analisar a construção da ciência em textos pedagógicos pode revelar-se muito útil. Esta linguagem de descrição da ciência, com categorias bem definidas, facilita a abordagem multidimensional que é defendida por diversos autores (e.g., Harison et al., 2015) para os modelos de análise da construção da ciência em diversos tipos de texto pedagógico.

Espera-se igualmente dar indicações no sentido de elevar o nível de exigência conceptual das aprendizagens científicas a desenvolver pelos alunos. No contexto da construção da ciência, a exigência conceptual resulta da conceptualização dos conhecimentos e das capacidades metacientíficos, bem como do grau de relação entre conhecimentos científicos e metacientíficos (Ferreira et al., 2015). Baixar qualquer um destes parâmetros pode vir a comprometer o nível de exigência conceptual desejável na educação científica.

Espera-se também sensibilizar os diversos intervenientes no processo de elaboração e avaliação dos programas da área das ciências, bem como dos respetivos manuais escolares, para a importância de tornar explícitas as orientações relativamente aos conteúdos metacientíficos a serem desenvolvidos no contexto de ensino-aprendizagem, bem como no que se refere à concretização de relações entre produtos e processos da ciência, ou seja, entre conhecimentos científicos e metacientíficos. Aliás, recomendações relativas à necessidade de tornar explícita a construção da ciência em documentos curriculares e manuais escolares têm vindo a ser recorrentemente feitas por diversos investigadores a nível internacional (Aydin & Tortumlu, 2015; DiGiuseppe, 2014; Lederman, 2007; McComas, 2003; Sadler et al., 2004; Sardag et al., 2014; Schwartz et al., 2004).

Considera-se igualmente importante contribuir com recomendações que alertem os diversos intervenientes na elaboração e avaliação de programas para a importância de evitar discontinuidades entre o que está preconizado nas suas orientações gerais e as propostas de concretização ao nível das orientações específicas. Ainda no âmbito da coerência conceptual que se deve promover nos programas, deve dar-se especial atenção àqueles que são constituídos por duas componentes de áreas científicas diferentes, como é o caso do programa de Biologia e Geologia. Nestes casos, é importante alertar para a necessidade de evitar discontinuidades entre as duas componentes do programa, de forma a conseguir um quadro conceptual coerente e integrador no âmbito do ensino das ciências. Esta recomendação também é importante em sede de recontextualização do

discurso pedagógico oficial levada a cabo pelos autores dos manuais escolares dessas disciplinas.

A nível metodológico, os contributos mais importantes deste estudo têm a ver com a linguagem externa que foi desenvolvida para descodificar a mensagem sociológica relativa à construção da ciência contida em textos pedagógicos (programas curriculares e manuais escolares). O facto de o principal modelo teórico em que se baseia este estudo - Teoria de Bernstein (1990, 2000) - possuir uma conceptualização forte, com conceitos bem definidos, e de se ter utilizado uma metodologia mista, em que se recorreu a uma dialética constante entre os conceitos teóricos e os dados empíricos, permitiu a construção de uma linguagem externa com um elevado poder de descrição. O rigor e a precisão que esta linguagem externa de descrição da construção da ciência permite configuram um aspeto inovador face a outras investigações realizadas neste âmbito. Há ainda que sublinhar as potencialidades da conceptualização de Ziman (1984, 2000) utilizada como linguagem de descrição da construção da ciência no programa e nos manuais. Também este modelo teórico possui conceitos bem definidos, tendo-se revelado muito útil na análise e categorização dos conteúdos relacionados com a construção da ciência em textos pedagógicos.

Esta investigação vem ainda dar continuidade a outros estudos realizados pelo Grupo ESSA (ex., Castro, 2006; Ferreira & Morais, 2014a; Saraiva, 2016) no âmbito da construção da ciência presente em textos pedagógicos e nas conceções dos professores. Este grupo tem vindo a desenvolver uma linguagem externa de descrição, não só da construção da ciência, como de outras características da aprendizagem científica. O forte poder explanatório desta linguagem deve-se ao facto de ser construída com base numa metodologia mista, baseada na dialética constante entre conceitos oriundos de um modelo teórico fortemente conceptualizado e os dados empíricos, o que aumenta a profundidade e a precisão da realidade que se pretende compreender (Morais & Neves, 2003).

### **3. LIMITAÇÕES DO ESTUDO E SUGESTÕES PARA FUTURAS INVESTIGAÇÕES**

As principais limitações deste estudo prendem-se com aspetos de natureza metodológica relativos à análise das concepções dos professores acerca da construção da ciência. Surgiram dificuldades na obtenção de dados que permitissem conhecer a dimensão do universo dos professores em estudo e, consequentemente na determinação da taxa de retorno do questionário, que foi assim calculada com base num valor estimado desse universo (ver ponto 5.2 do Capítulo 3 – Metodologia). Outra das limitações relativa à aplicação do questionário tem a ver com o facto de o número de respostas obtidas – 203 num universo estimado de cerca de 1200 professores - não permitir generalizações dos resultados.

No que se refere às questões do questionário, considera-se importante assinalar que, o facto de estas, na parte relativa à interpretação do programa, se focarem em duas unidades programáticas específicas, uma da componente de Biologia (Unidade 1) e outra da componente de Geologia (Tema I), pode também constituir uma limitação deste estudo. Tomou-se no entanto essa opção por razões que se prendem com a extensão desse instrumento de avaliação das concepções dos professores.

Ainda no âmbito do estudo das concepções dos professores acerca da construção da ciência, surgiu outra limitação. O estudo das regras de realização ativa ao nível da exemplificação<sup>2</sup>, previamente previsto e contemplado no questionário com uma questão de resposta aberta, não foi possível. As respostas dadas pelos participantes no estudo revelaram-se muito ambíguas e sem dados suficientes que permitissem a análise prevista. Assim, no que se refere aos princípios pedagógicos dos professores relativamente à construção da ciência, foi possível avaliar em que medida estes eram capazes de reconhecer os significados específicos do contexto (Regras de reconhecimento) e de identificar os significados necessários à sua implementação legítima (Regras de realização passiva). No entanto, não foi possível avaliar em que medida esses docentes eram capazes de exemplificar uma situação de implementação legítima da construção da ciência (Regras de realização ativa ao nível da

---

<sup>2</sup> De acordo com a revisão da taxonomia de Bloom, levada a cabo por Anderson e Krathwohl (2001), no âmbito da dimensão dos processos cognitivos, “entender” é a capacidade de fazer a sua própria interpretação do material educacional e as sub-capacidades deste processo incluem “interpretação”, “exemplificação”, “classificação”, “resumo”, “conclusão”, “comparação” e “explicação”.



exemplificação). Seria aliás de todo o interesse prolongar este estudo para o contexto de sala de aula, de forma a avaliar a posse das regras de realização ativa dos docentes relativamente à construção da ciência também ao nível da implementação<sup>3</sup>. Seria assim possível averiguar, no que se refere à construção da ciência, os processos de recontextualização ocorridos entre o discurso pedagógico oficial e as práticas pedagógicas dos professores, bem como a influência das suas concepções nessas práticas.

O facto de se ter optado por utilizar apenas a técnica de questionário para recolher dados acerca das concepções dos professores sobre a construção da ciência prende-se com a delimitação da tese. Essa opção poderá, no entanto, ter limitado a análise dessas concepções. Poderia ter-se realizado uma entrevista individual semiestruturada a alguns dos docentes que responderam ao questionário, a fim de explorar de forma mais aprofundada o sentido das respostas que deram. Este procedimento constitui, assim, uma sugestão para futuras investigações centradas na construção da ciência.

Também o estudo dos efeitos do programa de Biologia e Geologia do 10.º ano, bem como dos respetivos manuais, nas concepções dos alunos sobre a construção da ciência, constituiria uma investigação de grande pertinência no domínio da educação científica. O mesmo se considera relativamente às concepções dos autores do programa e dos manuais sobre a construção da ciência e a educação científica. O estudo dessas concepções poderia vir a clarificar o significado das orientações do programa e dos manuais relativamente à construção da ciência. Neste âmbito, também se justificaria um estudo sobre as relações estabelecidas no seio do campo de recontextualização oficial do discurso pedagógico, entre as agências intervenientes na elaboração e validação dos programas curriculares. Seria assim interessante estudar as relações estabelecidas entre os autores dos programas e as agências do Ministério da Educação responsáveis pela sua avaliação e homologação, com referência à construção da ciência. Esta é efetivamente uma temática que conduz a questões de investigação de grande pertinência a considerar em futuras investigações, nomeadamente no âmbito da política educativa.

Em termos metodológicos, considera-se importante dar continuidade a este estudo, no sentido de otimizar a linguagem externa de descrição da construção da

---

<sup>3</sup> De acordo com a revisão da taxonomia de Bloom (Anderson & Krathwohl, 2001), no âmbito da dimensão dos processos cognitivos, “Aplicar” é a capacidade de utilizar um procedimento aprendido numa situação familiar ou nova, englobando como sub-capacidades “execução” e “implementação”.

ciência utilizada, aperfeiçoando os modelos e os instrumentos construídos, de forma a atingir uma maior precisão.

# **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**



## REFERÊNCIAS

- AAAS (American Association for the Advancement of Science). (1989). *Science for all Americans. A Project 2061 report on literacy goals in science, mathematics, and technology*. Washington, DC: AAAS.
- AAAS (American Association for the Advancement of Science). (1993). *Benchmarks for science literacy*. New York: Oxford University Press.
- Abbott, E. (2009). *Francis Bacon: An Account of His Life and Works*. Editora Charleston: BiblioBazaar, LLC.
- Abd-El-Khalick, F. (2001). Embedding nature of science instruction in pre-service elementary science courses: Abandoning scientism, but. . . *Journal of Science Teacher Education*, 12(3), 215-233.
- Abd-El-Khalick, F. (2005). Developing deeper understandings of nature of science: The impact of a philosophy of science course on preservice science teachers' views and instructional planning. *International Journal of Science Education*, 27, 15-42.
- Abd-El-Khalick, F. (2012). Examining the sources for our understandings about science: Enduring confluences and critical issues in research on nature of science in science education. *International Journal of Science Education*, 34(3), 353-374.
- Abd-El-Khalick, F., & Akerson, V. L. (2004). Learning as conceptual change: Factors mediating the development of preservice elementary teachers' views of nature of science. *Science Education*, 88, 785-810.
- Abd-El-Khalick, F., & Akerson, V. L. (2009). The influence of metacognitive training on preservice elementary teachers' conceptions of nature of science. *International Journal of Science Education*, 31(16), 2161-2184.
- Abd-El-Khalick, F., & Boujaoude, S. (1997). An exploratory study of the knowledge base for science teaching. *Journal of Research in Science Teaching*, 34, 673-699.
- Abd-El-Khalick, F., & Lederman, N. G. (2000a). Improving science teachers' conceptions of nature of science: A critical review of the literature. *International Journal of Science Education*, 22(7), 665-701.
- Abd-El-Khalick, F., & Lederman, N. G. (2000b). The influence of history of science courses on students' views of nature of science. *Journal of Research on Science Teaching*, 37(10), 1057-1095.
- Abd-El-Khalick, F., Bell, R., & Lederman, N. (1998). The nature of science and instructional practice: Making the unnatural natural. *Science Education*, 82(4), 417-437.
- Abd-El-Khalick, F., Lederman, N. G., Bell, R. L., & Schwartz, R. (2002). Views of Nature of Science Questionnaire (VNOS): Toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39, 497-521. doi: 10.1002/tea.10034.
- Abd-El-Khalick, F., Waters, M., & Le, A. P. (2008). Representations of the nature of science in high school chemistry textbooks over the past four decades. *Journal of Research in Science Teaching*, 45(7), 835-855.
- Abell, S.K., & Smith, D.C. (1994). What is science? Preservice elementary teacher's conceptions of nature of science. *International Journal of Science Education*, 16(4), 475-487.
- Acevedo, J. A., Vázquez, A., Martín, M., Oliva, J. M., Acevedo, P., Paixão, M. F., & Manassero, M. A. (2005). La naturaleza de la ciência e la education científica para la participacion ciudadana: una revisión crítica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*. 2(2), 121-140.
- Afonso, I. (2014). *O papel do manual de História no desenvolvimento de competências: um estudo com professores e alunos do ensino secundário*. Tese de Doutorado em Ciências da Educação

- Especialidade de Educação em História e Ciências Sociais, Instituto de Educação da Universidade do Minho.
- Afonso, M., & Neves, I. P. (1998). Socialização primária e concepções das crianças em ciências. *Revista de Educação*, VII(1), 107-119.
- Afonso, M., Morais, A. M., & Neves, I. P. (2002). Contextos de formação de professores: Estudo de características sociológicas específicas. *Revista de Educação*, XI(1), 129-146.
- Afonso, M., Morais, A. M., & Neves, I. P. (2005). Processos de formação e sua relação com o desenvolvimento profissional dos professores: um estudo sociológico no 1.º ciclo do ensino básico. *Revista de Educação*, XIII(1), 5-37.
- Aikenhead, G. S. (2000). Renegotiating the culture of school science. In R. Millar, J. Leach & J. Osborne (Eds.), *Improving science education: The contribution of research* (pp. 245-264). Birmingham, UK: Open University Press.
- Aikenhead, G. S. (2009). *Educação científica para todos*. Mangualde: Edições Pedagogo.
- Akerson, V. L., & Abd-El-Khalick, F. (2003). Teaching elements of nature of science: A yearlong case study of a fourth grade teacher. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(10), 1025-1049.
- Akerson, V. L., & Hanuscin, D. (2007). Teaching the nature of science through inquiry: Results of a three-year professional development program. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(5), 653-680.
- Akerson, V. L., Abd-El-Khalick, F. S., & Lederman, N. G. (2000). The influence of a reflective activity-based approach on elementary teachers' conceptions of the nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 37, 295-317.
- Akerson, V. L., Buzzelli, C.A., & Donnelly, L.A. (2010). On the nature of teaching nature of science: Preservice early childhood teachers' instruction in preschool and elementary settings. *Journal of Research in Science Teaching*, 47, 213-233.
- Akerson, V. L., Cullen, T. A., & Hanson, D.L. (2009). Fostering a community of practice through a professional development program to improve elementary teachers' views of nature of science and teaching practice. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(10), 1090-1113.
- Akerson, V. L., Hanson, D. L., & Cullen, T. A. (2007). The influence of guided inquiry and explicit instruction on K-6 teachers' views of nature of science. *Journal of Science Teacher Education*, 18(5), 751-772. doi: 10.1007/s10972-007-9065-4.
- Akerson, V. L., Morrison, J.A., & Roth McDuffie, A. (2006). One course is not enough: Preservice elementary teachers' retention of improved views of the nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 43(2), 194-213.
- Allchin, D. (2014). From Science Studies to Scientific Literacy: A View from the Classroom. *Science & Education*, 23, 1911-1932. doi: 10.1007/s11191-013-9672-8.
- Alves, V. (2007). *O currículo, o software didático e a prática pedagógica: Análise sociológica de textos e contextos do ensino das ciências*. Tese de mestrado, Universidade Católica Portuguesa, Faculdade de Educação e de Psicologia, Lisboa.
- Alves, V., & Morais, A. M. (2012). A sociological analysis of science curriculum and pedagogic practices. *Pedagogies: An International Journal*, 7(1), 52-71.
- Alves, V., & Morais, A. M. (2013). Currículo e práticas pedagógicas. Uma análise sociológica de textos e contextos da educação em ciências. *Revista Portuguesa de Educação*, 26(1), 219-251.
- Anderson, L. W., Krathwohl, D. (Eds.), Airasian, P., Cruikshank, K., Mayer, R., Pintrich, P., Rath, J., & Wittrock, M. (2001). *A taxonomy for learning, teaching and assessing: A revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*. New York: Longman.
- Appleton, K. (2006). Science pedagogical content knowledge and elementary school teachers. In K. Appleton (Ed.), *Elementary science teacher education: International perspectives on contemporary issues and practice* (pp. 31-54). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Attorps, I. (2006). *Mathematics teachers' conceptions about equations*. Research Report 266, Tese de Doutoramento, Universidade de Helsínquia, Helsínquia.

- Ausubel, D.P. (1963). *The psychology of meaningful verbal learning*. New York: Grune and Stratton.
- Aydin, A., Savier, Y., & Uysal, S. (2013). The effect of school Principals' leadership styles on teachers' organizational commitment and job satisfaction. *Educational Sciences: Theory and Practice*, 13(2), 805–811.
- Aydin, S., & Tortumlu, S. (2015). The analysis of the changes in integration of nature of science into Turkish high school chemistry textbooks: is there any development?. *Chemistry Education Research and Practice*, 16, 786–796. doi: 10.1039/C5RP00073D.
- Bachelard, G. (1972). Conhecimento comum e conhecimento científico. *Revista Tempo Brasileiro*, 28, 47–56).
- Bachelard, G. (1989). *A Psicanálise do Fogo*. Lisboa: Litoral Edições.
- Bachelard, G. (1996). *A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento* (5ª ed). Rio de Janeiro: Contraponto.
- Bartholomew, H., Osborne, J., & Ratcliffe, M. (2004). Teaching students “Ideas-about-science”: Five dimensions of effective practice. *Science Education*, 88(5), 655–652.
- Bektas, O., Ekiz, B., Tuysuz, M., Kutucu, A. T., & Uzuntiryaki-Kondakci, E. (2013). Pre-service chemistry teachers' pedagogical content knowledge of the nature of science in the particle nature of matter. *Chemistry Education Research and Practice*, 14(2), 201–213. doi: 10.1039/C3RP20177E.
- Bell, R. L., Lederman, N. G., & Abd-El-Khalick, F. (2000). Developing and acting upon one's conception of the nature of science: A follow-up study. *Journal of Research in Science Teaching*, 37, 563–581.
- Bensaude-Vincent, B. (2006). Textbooks on the map of science studies. *Science and Education*, 15(7–8), 667–670.
- Bernstein, B. (1973). *Class, codes and control: Volume II, Applied studies towards a sociology of language*. Londres: Routledge & Kegan Paul.
- Bernstein, B. (1990). *Class, codes and control: Vol. IV, The structuring of pedagogic discourse*. Londres: Routledge.
- Bernstein, B. (1999). Vertical and horizontal discourse: An essay. *British Journal of Sociology of Education*, 20(2), 157–173.
- Bernstein, B. (2000). *Pedagogy, symbolic control and identity: Theory, research, critique (rev. ed.)*. Londres: Rowman & Littlefield.
- Biehl, L. V. (2003). *A ciência ontem, hoje e sempre*. Canoas: ULBRA.
- Bisanz, G. L., Bisanz, J., Korpan, C. A., & Zimmerman, C. (1996). Assessing scientific literacy: Questions students ask when evaluating news reports about scientific research. Comunicação apresentada no 8.º IOSTE Symposium, Edmonton, Alberta.
- Blachowicz, J. (2009). How Science Textbooks Treat Scientific Method: A Philosopher's Perspective. *Brit. J. Phil. Sci.* 60, 303–344.
- Blay, M. (2005). Larousse, *Dictionnaire des concepts philosophiques*. Paris: Larousse, CNRS Editions.
- Bloom, B. (Ed.), Engelhart, M., Furst, E., Hill, W., & Krathwohl, D. (1972). *Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals. Handbook 1: Cognitive domain*. Nova Iorque: David McKay.
- Botelho, A., & Morais, A. M. (2003). O que fazem os alunos num centro de ciência: Uma análise das interações com módulos científicos participativos. *Revista Portuguesa de Educação*, 16(1), 157–192.
- Botelho, A., & Morais, A. M. (2004). A aprendizagem de conceitos científicos em centros de ciência: Um estudo sobre a interação entre alunos e módulos científicos participativos. *Revista de Educação*, XII(1), 5–23.
- BouJaoude, S. (2002). Balance of scientific literacy themes in science curricula: The case of Lebanon. *International Journal of Science Education*, 24(2), 139–156.
- Bowler, P. J., & Morus, I. R. (2005). *Making Modern Science: A Historical Survey*. Chicago: University of Chicago Press.

- Brandwein, P., Cooper, E., Blackwood, P., Cottom-Winslow, M., Boesch, J., Giddings, M., Romero, F., & Carin, A. (1980). *Concepts in science – Teacher's edition*. New York: Harcourt Brace Jovanovich.
- Brandwein, P., Watson, F., & Blackwood, P. (1958). *Teaching high school science: A book of methods*. Nova Iorque: Harcourt Brace Jovanovich.
- Brewster, D. (1855). *Memoirs of the Life, Writings, and Discoveries of Sir Isaac Newton*. T. Constable and Company. (Versão digitalizada, 2011) Recuperado em 2017, janeiro 20, de <<https://books.google.pt/books?id=B5IfAQAAAMAJ>>.
- Brickhouse, N. W. (1990). Teachers' beliefs about the nature of science and their relationship to classroom practice. *Journal of Teacher Education*, 41, 52-62.
- Brickhouse, N. W., Dagher, Z. R., Letts, W. J., & Shipman, H. L. (2000). Diversity of students' views about evidence, theory, and the interface between science and religion in an astronomy course. *Journal of Research in Science Teaching*, 37, 340-362.
- Brigas, M. (1997). *Os manuais escolares de Química no Ensino Básico: opiniões dos professores sobre a sua utilização*. Tese de Mestrado, Universidade do Minho, Braga.
- Buaraphan, K., (2012). Embedding nature of science in teaching about astronomy and space. *Journal of Science Education and Technology*, 21(3), 353–369. doi: 10.1007/s10956-011.9329-9.
- Budiansky, S. (2001). The trouble with textbooks. Prism, February. Recuperado em 2010, Agosto 10, de <<http://www.project2061.org/publications/articles/articles/asee.htm>>.
- Bybee, R. W. (1997). The Sputnik era: Why is this educational reform different from all other reforms. In *A symposium Reflecting on Sputnik: Linking the Past, Present, and Future of Educational Reform*. Washington, DC: National Academy of Sciences. Recuperado em 2016, novembro 20, de <<http://www.nas.edu/sputnik/bybee1.htm>>.
- Cachapuz, A., Praia, J., & Jorge, M. (2004). Da educação em ciência às orientações para o ensino das ciências: Um repensar epistemológico. *Ciência & Educação*, 10(3), 363–381.
- Calado, F. M., Scharfenberg, F. J. & Bogner, F. X. (2015). To What Extent do Biology Textbooks Contribute to Scientific Literacy? Criteria for Analyzing Science-Technology-Society-Environment Issues. *Education and Science*, 5, 255–280. doi:10.3390/educsci5040255.
- Calado, S. (2007). *Currículo e Manuais Escolares – Processos de recontextualização no discurso pedagógico de Ciências Naturais do 3º Ciclo do Ensino Básico*. Tese de Mestrado em Educação (Didática das Ciências), Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.
- Calado, S., & Neves, I. P. (2012). Currículo e manuais escolares em contexto de flexibilidade curricular – Estudo de processos de recontextualização. *Revista Portuguesa de Educação*, 25(1), 53-93.
- Calado, S., Neves, I. P. & Morais, A. M. (2013). Conceptual demand of science curricula: A study on the middle school level. *Pedagogies: An International Journal*, 8(3), 255-277.
- Calado, S., Neves, I. P., & Morais, A. M. (2014). A exigência conceptual em currículos de ciências: Estudo do currículo de Ciências Naturais do 3.º ciclo do ensino básico. In A. M. Morais, I. P. Neves & S. Ferreira (Eds.), *Currículos, manuais escolares e práticas pedagógicas: Estudo de processos de estabilidade e de mudança no sistema educativo* (pp. 107-130). Lisboa: Edições Sílabo.
- Campbell, N., & Reece, J. (2008). *Biology* (8ª ed.). San Francisco: Pearson/ Benjamin Cummings.
- Campos, C. & Cachapuz, A. (1997). Imagens de Ciência em Manuais de Química Portugueses. *Química Nova, Boletim da Sociedade Brasileira de Química*, 6, 23-29.
- Cantu, L. L., & Herron, J. D. (1978). Concrete and formal Piagetian stages and science concept attainment. *Journal of Research in Science Teaching*, 15(2), 135-143.
- Cardoso, L., & Morais, A. M. (1990). Causas do aproveitamento diferencial em ciências nas crianças dos estratos sociais mais baixos: Um estudo sociológico. *Revista Portuguesa de Educação*, 3(1), 93-116.
- Castro, R. V. (1995). *Para a análise do discurso pedagógico. Constituição e transmissão da gramática escolar*. Braga: Instituto de Educação e Psicologia, Universidade do Minho.



- Castro, S. (2006). *A construção da ciência na educação científica do ensino secundário – Análise do programa de Biologia e Geologia do 10º ano*. Tese de Mestrado em Educação (Didática das Ciências), Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.
- Cavadas, B., & Guimarães, F., (2012). Práticas inovadoras nos manuais escolares de Zoologia. In J. V. Brás & M. N. Gonçalves (Eds.) *O corpo – Memória e identidade* (pp. 77-87). Lisboa: Edições Universitárias lusófonas.
- Cavadas, B. (2008). *A evolução dos manuais escolares de Ciências Naturais do ensino secundário em Portugal 1836 - 2005*. Tese de Doutoramento, Facultad de Educación da Universidad de Salamanca.
- Comissão Europeia (2004). *Europe Needs More Scientists: EU Blueprint for Action*. Recuperado em 2015, setembro 5, de <<http://ec.europa.eu/research/press/2004/pr0204en.cfm>>.
- Chaisri, A., & K. Thathong, 2014. The nature of science represented in Thai biology textbooks under the topic of evolution. *Proc. Soc. Behav. Sci.*, 116, 621-626.
- Chiappetta, E. L., & Fillman, D. A. (2007). Analysis of Five High School Biology Textbooks Used in the United States for Inclusion of the Nature of Science research report. *International Journal of Science Education* 29(15), 1847–1868. doi: 10.1080/09500690601159407.
- Chiappetta, E. L., & Koballa, T. R. (2002). *Science instruction in the middle and secondary schools* (5ª ed.). Upper Saddle River, NJ: Merrill/Prentice Hall.
- Chiappetta, E. L., Fillman, D. A., & Sethna, G. H. (1991). A method to quantify major themes of scientific literacy in science textbooks. *Journal or Research in Science Teaching*, 28, 713–725.
- Chiappetta, E. L., Sethna, G. H., & Fillman, D. A. (1993). Do middle school life science textbooks provide a balance of scientific literacy themes? *Journal of Research in Science Teaching*, 30, 787–797.
- Chiappetta, E.L., Ganesh, T.G., Lee, Y.H., & Phillips, M.C. (2006). Examination of science textbook analysis research conducted on textbooks published over the past 100 years in the United States. Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, San Francisco, CA.
- Choppin, A. (2004). História dos livros e das edições didáticas: sobre o estado da arte. *Educação e Pesquisa*, 30(3), 549-566.
- Claudino, S. (1997). Ora agora censuras tu, ora agora não presto eu - reflexões em torno da seleção dos manuais escolares. In III Congresso da Geografia Portuguesa, Porto, Setembro de 1997. Recuperado em 2012, Abril 24, de <[www.apgeo.pt](http://www.apgeo.pt)>.
- Claudino, S. (2011). Os manuais escolares da 1ª República à atualidade. Os insubmissos. In J. B. Duarte (Org.), *Manuais Escolares: mudanças nos discursos e nas práticas* (pp. 73-95). Lisboa: CeIEF-ULHT.
- Clough, M. (2006). Learners' Responses to the Demands of Conceptual Change: Considerations for Effective Nature of Science Instruction. *Science Education* 15, 463-494. doi: 10.1007/s11191-005-4846-7.
- Clough, M. (2011). Teaching and assessing the nature of science. *The Science Teacher*, 78(6), 56–60.
- Clough, M. P., & Olson, J. K. (2008) Teaching and assessing the Nature of Science: An introduction. *Journal of Science & Education*, 17(2-3), 143-145. doi: 10.1007/s11191-007-9083-9.
- Clough, M. P., Olson, J. K., & Niederhauser, D. S. (Eds.). (2013). *The nature of the technology: implications for learning and teaching*. Rotterdam: Sense Publishers.
- Cofré, H. L. (2012). La enseñanza de la Naturaleza de la Ciencia en Chile: del currículo a la sala de clases. *Revista Chilena de Educacion Científica*, 11(1), 12–21.
- Cofré, H., Vergara C., Lederman N. G., Lederman J. S., Santibáñez D., Jiménez J., & Yankovic M., (2014), Improving Chilean in-service elementary teachers' understanding of nature of science using self-contained NOS and content-embedded mini-courses, *Journal of Science Teaching Education*, 25, 759–783. doi: 10.1007/s10972-014-9399-7.

- Cohen, I. B., & Fletcher G. W., (Eds.) (1952). *General Education in Science*. Cambridge, Mass: Harvard Univ. Press.
- Compagnucci, E., & Cardós, P. (2007). The development of professors' professional knowledge in psychology. *Orientación y Sociedad*, 7, 1-11.
- Comte, A. (1978). *Curso de filosofia positiva*. São Paulo: Editora Nova Cultural.
- Conant, J.B. (1951). *Science and Common Sense*. New Haven: Yale University Press.
- Creswell, J. W., & Clark, V. L. P. (2011). *Designing and conduction mixed methods research* (2ª ed.). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Creswell, J. W., Plano Clark, V. L., Gutmann, M., & Hanson, W. (2003). Advanced mixed methods research designs. In A. Tashakkori, & C. Teddlie (Eds.), *Handbook of mixed methods in social and behavioral research* (pp. 209–204). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Cross, R. (1997). Ideology and science teaching: teachers' discourse. *International Journal of Science Education*, 19(5), 607-616.
- Cunha, J., & Cachapuz, A. (2001). Significados atribuídos por professores estagiários a objetivos curriculares relacionados com a natureza da Ciência. In C. Gomes & J. Cunha (Orgs.), VIII *Encontro Nacional da Educação em Ciências – Atas*, (pp. 301-315). Ponta Delgada: Departamento de Ciências da Educação da Universidade dos Açores.
- Cunha, J., & Cachapuz, A. (2005). A leitura crítica da dimensão epistemológica dos programas de Ciências Naturais por professores estagiários. In I. Alarcão et al. (Orgs.), *Supervisão – Investigações em contexto educativo*, (pp. 291-318). Aveiro: Universidade de Aveiro – Açores: Direção Regional de Educação e Universidade dos Açores.
- D'Hainaut, L. (1980). *Educação. Dos fins aos objetivos*. Coimbra: Livraria Almedina.
- Davis, E. A., & Krajcik, J. S. (2005). Designing educative curriculum materials to promote teacher learning. *Educational Researcher*, 24(3), 3-14.
- DEB (Departamento de Educação Básica). (2002). *Orientações curriculares para o 3.º ciclo do ensino básico*. Lisboa: Ministério da Educação.
- DeBoer, G. (1997). What we have learned and where we are headed: Lessons from the Sputnik Era. In *Paper from the National Academy of Sciences symposium on Reflecting on Sputnik: Linking the past, present, and future of educational reform*.
- DES (Departamento do Ensino Secundário). (2000). *Revisão Curricular no Ensino Secundário: cursos gerais e cursos tecnológicos – 1*. Lisboa: Ministério da Educação.
- DES (Departamento do Ensino Secundário). (2001). *Programa de Biologia e Geologia – 10º ano*. Lisboa: Ministério da Educação.
- Descartes, R. (2004). *The principles of philosophy*. Whitefish: Kessinger Publishing.
- Dewey, J. (1920). *Reconstruction in Philosophy*. New York: Henry Holt and Company.
- Di Mare, R. (2002). *A conceção da teoria evolutiva desde os gregos*. Porto Alegre: EDIPUCRS.
- DiGiuseppe, M. (2014). Representing Nature of Science in a Science Textbook: Exploring author–editor–publisher interactions. *International Journal of Science Education*, 36(7), 1061-1082. doi: 10.1080/09500693.2013.840405.
- Domingos, A. M., Barradas, H., Rainha, H., & Neves, I. P. (1986). *A teoria de Bernstein em Sociologia da Educação*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Doudin, P. A., Pons, F., Martin, D., & Lafourture, L. (2003). *Croyances et connaissances: analyse de deux types de rapport au savoir In Conceptions, croyances et représentations en maths, sciences et technos*. Québec: PUQ.
- Dourado, L., & Freitas, M. (Coord.) (2000). *Ensino Experimental das Ciências: conceção e concretização das ações de formação 1*. Lisboa: Departamento do Ensino Secundário, Ministério da Educação.

- Driver, R., Leach, J., Millar, R., & Scott, P. (1996). *Young People's Images of Science*. Buckingham: Open University Press.
- Duschl, R. (1990). *Restructuring science education: The role of theories and their importance*. New York: Teachers College Press.
- Duschl, R., & Grandy, R. (Eds.). (2008). *Teaching scientific inquiry: Recommendations for research and implementation*. Rotterdam: Sense Publishers.
- Duschl, R., & Grandy, R. (2013). Two views about explicitly teaching nature of science. *Science & Education*, 22, 2109-2139. doi: 10.1007/s11191-012-9539-4.
- Duschl, R., & Wright, E. (1989). A Case Study of High School Teachers' Decision Making Models for Planning and Teaching Science. *Journal of Research in Science Teaching*, 26(6), 467-501.
- Duschl, R., Schweingruber, H., & Shouse, A. (Eds.). (2007). *Taking science to school. Learning and teaching science in grades K-8*. Washington: National Academies Press.
- Eflin, J. T., Glennan, S., & Reisch, R. (1999). The nature of science: a perspective from the philosophy of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(1), 107-116.
- Eisner, E. (1992). Curriculum ideologies. In P. Jackson (Ed.), *Handbook of research on curriculum* (pp. 302-325). Nova Yorque: MacMillan Publishing Company.
- Esteves, L., Cardoso, S., Meia-Onça, N., & Morais, A. M. (2005). Problemas sociais e aprendizagem científica: Estudo de um caso de impacto ambiental. *Revista de Educação*, XIII(1), 157-192.
- Faikhanta, C. (2013). The development of in-service science teachers' understandings of and orientations to teaching the nature of science within a PCK-based NOS course. *Journal of Research on Science Education*, 43(2), 847-869. doi: 10.1007/s11165-012-9283-4.
- Fernandes, D., Neves, D., Roque, H., & Pais, P. (1998). *Análise das consultas aos parceiros educativos (O ensino secundário em debate)*. Lisboa: Departamento do Ensino Secundário, Ministério da Educação.
- Fernandes, M. B., & Pires, D. M. (2011). *A Perspectiva CTSA nos manuais escolares de ciências da natureza do 2º ceb*. Relatório de Estágio para obtenção do Grau de Mestre em Ensino das Ciências. Bragança: ESSE.
- Fernández, I., Gil, D., Carrascosa, J., Cachapuz, A., & Praia, J. (2002). Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por la enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias*, 20(3), 477-488.
- Fernández-Montoro, I. (2000). *Análisis de las concepciones docentes sobre la actividad científica: una propuesta de transformación*. Tese de Doutoramento, Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales, Universitat de València, València.
- Ferreira, S. (2007a). *Currículos e princípios ideológicos e pedagógicos dos autores: Estudo do currículo de Ciências Naturais do 3º ciclo do ensino básico*. Tese de Mestrado em Educação (Didática das Ciências), Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.
- Ferreira, S. (2007b). Uma visão integrada e global da ciência no currículo de ciências: Estratégia de discussão sobre um problema ambiental. *Revista de Educação*, XV(2), 97-124.
- Ferreira, S. (2014). *Trabalho prático em Biologia e Geologia no ensino secundário: estudo dos documentos oficiais e suas recontextualizações nas práticas dos professores*. Tese de Doutoramento em Educação (Didática das Ciências), Instituto de Educação da Universidade de Lisboa.
- Ferreira, S., & Morais, A. M. (2014a). A natureza da ciência em currículos de ciências: Estudo do currículo de Ciências Naturais do 3º ciclo do ensino básico. In A. M. Morais, I. P. Neves & S. Ferreira (Eds.), *Currículos, manuais escolares e práticas pedagógicas: Estudo de processos de estabilidade e de mudança no sistema educativo* (pp.79-105). Lisboa: Edições Sílabo.
- Ferreira, S., & Morais, A. M. (2014b). Conceptual demand of practical work in science curricula: A methodological approach. *Research in Science Education*, 44(1), 53-80. doi: 10.1007/s11165-013-9377-7.

- Ferreira, S., Morais, A. M., & Neves, I. P. (2011). Science curricula design. Analysis of authors' ideological and pedagogical principles. *International Studies in Sociology of Education*, 21(2), 137-159.
- Ferreira, S., Morais, A. M., Neves, I. P., Saraiva, L., & Castro, S. (2015). Conceptualização da construção da ciência em currículos e manuais escolares. In CNE (Ed.). *Currículos de nível elevado no ensino das ciências* (pp. 180-238). Lisboa: CNE.
- Feynman, R. (1999). *The Pleasure of Finding Things Out*. American Scientist 87, (462-471).
- Figueiredo, O. (2013). *Manuais Escolares de Ciências Físicas e Naturais do oitavo ano de escolaridade – Uma perspetiva em ação*. Tese de doutoramento em Educação (Didática das Ciências), Instituto de Educação da Universidade de Lisboa.
- Finley, F. (1994). Third International History, Philosophy and Science Teaching Conference. *Science and Education*, 3, 209-211.
- Flick, L., & Lederman N. (Eds.), *Scientific inquiry and nature of science*. Dordrecht, Netherlands: Kluwer.
- Fonseca, M. J. (2007). Em torno do conceito de ciência, *Millenium on-line*, Revista do Instituto Politécnico de Viseu, 1, 39-51, recuperado em 2016, setembro 10, de <[http://www.ipv.pt/millenium/Fonseca\\_ect1](http://www.ipv.pt/millenium/Fonseca_ect1)>.
- Fourez, G. (1988). *La Construction des Sciences*. Bruxelles: De Boeck-Wesmael.
- Fraser, B.J., & Tobin K. (Eds.). (1998). *International Handbook of Science Education*. Dordrecht, The Netherlands: Kluwer.
- Galileu, G. (1983). Carta a senhora Cristina de Lorena, grã-duquesa da Toscana. Nascimento, C. A. R. (Trad.e intr.). In *Cadernos de História e Filosofia da Ciência*, 5, (91-123).
- Gall, M., Gall, J., & Borg, W. (2007). *Educational research: An introduction* (8ª ed.). Boston: Pearson/Allyn and Bacon.
- Galvão, C., Reis, P., & Freire, S. (2011). A discussão de controvérsias sócio-científicas na formação de professores. *Ciência & Educação*, 17(3), 505-522.
- Gerard, F. M., & Roegiers, X. (1998). *Conceber e avaliar manuais escolares*. Porto: Porto Editora.
- Gerard, F. M., & Roegiers, X. (2009). *Des manuels scolaires pour apprendre: concevoir, evaluer, utiliser*. Bruxelles: De Boeck.
- Gil-Pérez, D., Guisasola, J., Moreno, A., Cachapuz, A., Carvalho, A. M., Torregrosa, J. M., Salinas, S., Valdés, P., González, E., & Duch, A. G. (2002). Defending constructivism in science education. *Science & Education*, 11, 557-571.
- Greene, J. C. (2007). *Mixed Methods in Social Inquiry*. San Francisco, CA: John Wiley & Sons.
- Guimarães, F., Lima, N., & Magalhães, J., (2003). Manuais escolares e outros materiais nos Ensinos Elementar e Básico (1.º Ciclo). Que ensino das Ciências da Natureza no século XX em Portugal? In A. J. Eguizábal, et al., (Coords.). *XII Colóquio Nacional de Historia de la Educación – Etnohistoria de la Escuela* (pp. 601-608). Burgos: Universidad de Burgos/Sociedad Española de H.<sup>a</sup> de la Educación.
- Hall, R. (2013). Mixed Methods: In Search of a Paradigm. In T. Le & Q. Le (Eds.), *Conducting Research in a Changing and Challenging World* (pp. 71–78). Launceston, Tasmania: Nova Science Publishers Inc.
- Hanuscin D. L. (2013). Critical Incidents in the Development of Pedagogical Content Knowledge for Teaching the Nature of Science: A Prospective Elementary Teacher's Journey. *J Sci Teacher Educ* 24, 933–956. doi:10.1007/s10972-013-9341-4.
- Hanuscin, D., Lee, M. H., & Akerson, V. L. (2011). Elementary teachers' pedagogical content knowledge for teaching the nature of science. *Science Education*, 95(1), 145-167. doi: 10.1002/sc.20404.
- Harrison, G. M., Seraphin, K. D., Philippoff J., Vallin L. M., & Brandon P. R. (2015) Comparing Models of Nature of Science Dimensionality Based on the Next Generation Science Standards.

- International Journal of Science Education*, 37(8), 1321-1342. doi: 10.1080/09500693.2015.1035357.
- Henry, J. (2010). *A revolução científica: e as origens da ciência moderna*. Rio de Janeiro: Editora Jorge Zahar Editor Ltda.
- Hipkins, R. (2012). Building a science curriculum with an effective nature of science component. Wellington, New Zealand: New Zealand Council for Educational Research. Recuperado em 2015, maio 20, de <[http://www.nzcer.org.nz/system/files/ Building a science curriculum with an effective.pdf](http://www.nzcer.org.nz/system/files/Building_a_science_curriculum_with_an_effective.pdf)>.
- Hipkins, R., Barker, M., & Bolstad, R. (2005). Teaching the nature of science?: Modest adaptations or radical reconceptions? *International Journal of Science Education*, 27(2), 243-254.
- Hurd, P. D. (1958). Science literacy: Its meaning for American schools. *Educational Leadership*, 16, 13 – 16.
- Hurd, P. (1998). Scientific Literacy: New Minds for a Changing World, *Science Education*, 82, 407-416.
- Ibáñez, J. J. (2007). Filosofía de la Ciencia: Lakatos Frente a Kuhn y Popper: ¿Que Marca la Diferencia?, recuperado em 2010, Outubro, 20, de <<http://www.madrimasd.org/blogs/universo/2007/05/12/65443>>.
- Irez, S. (2008). Nature of Science as Depicted in Turkish Biology Textbooks. *Science Education*, 93, 422-447.
- Kant, I. (1929). *Critique of pure reason* (N. K. Smith, Trad.). Worcestershire, United Kingdom: Read Books Ltd.
- Kemp, M. (2000). Visualizations: *The Nature Book of Art and Science*. Oxford: Oxford University Press.
- Khishfe, R., & Abd-El-Khalick, F. (2002). Influence of explicit reflective versus implicit inquiry-oriented instruction on sixth graders' views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(7), 551–578.
- Knain, E. (2001). Ideologies in school science textbooks. *International Journal of Science Education*, 23(2), 319-329.
- Kuhn, T. (1962). *The Structure of Scientific Revolutions*. Chicago: University of Chicago Press.
- Kuhn, T. (1975). *La estrutura de las revolutiones científicas* (3ª ed.). Madrid: Ed. Fondo de Cultura Económica.
- Kuhn, T. (1996). *The structure of scientific revolutions* (3ª ed.). Londres: University of Chicago Press.
- Kuhn, T. (2000). *The Road Since Structure*. Chicago: University of Chicago Press.
- Kuhn, T. (2002). *The road since structure: philosophical essays, 1970-1993, with an autobiographical interview*. Chicago: University of Chicago Press.
- Lakatos I. (1978). *The Methodology of Scientific Research Programmes*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Lakatos, I. (1980). *The Methodology of Scientific Research Programmes*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Lederman, J. S., Lederman, N. G., Kim, B. S., & Ko, E. K. (2012). Teaching and learning of nature of science and scientific inquiry: Building capacity through systematic research-based professional development. In M. S. Khine (Ed.), *Advances in nature of science research*. Dordrecht: Springer. doi: org/10.1007/ 978-94-007-2457-0\_7.
- Lederman, N. G. (1992). Students' and teachers' conceptions of the nature of science: A review of the research. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(4) 331-359.
- Lederman, N. G. (1998). The state of science education: Subject matter without context. *Electronic Journal of Science Education*, 2(3).
- Lederman, N. G. (2004). Syntax of nature of science within inquiry and science instruction. In L. Flick & N. Lederman (Eds.), *Scientific inquiry and nature of science* (pp. 301–317). Dordrecht, Netherlands: Kluwer

- Lederman, N. G. (2007). Nature of science: Past, present and future. In S. K. Abell & N. Lederman (Eds.), *Handbook of Research on Science Education* (pp. 831-880). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Lederman, N. G., & Lederman, J. (2004). Revising instruction to teach nature of science: Modifying activities to enhance students' understanding of science, *The Science Teacher*, 71(9), 36-39.
- Lederman, N. G., & O'Malley, M. (1990). Students' per-ceptions of the tentativeness in science: Development, use, and sources of change. *Science Education*, 74, 225-239.
- Lederman, N. G., & Zeidler, D. L. (1987). Science teachers' conceptions of the nature of science: Do they really influence teaching behavior? *Science Education*, 71(5), 721-734.
- Lederman, N. G., Abd-El-Khalick, F., Bell, R. L., & Schwartz, R. S. (2002). Views of nature of science questionnaire (VNOS): Toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(6), 497-521.
- Lederman, N. G., Antink, A., & Bartos, S. (2014). Nature of science, scientific inquiry, and socioscientific issues arising from genetics: A pathway to developing a scientific literate citizenry. *Science & Education*, 23(2), 285-302. doi: 10.007/s11191-012-9503-3.
- Lederman, N. G., Gess-Newsome, J., & Latz, M. S. (1994). The nature and development of preservice teachers' conceptions of subject matter and pedagogy. *Journal of Research in Science Teaching*, 31, 129-146.
- Lee, Y. H. (2014). Comparative Analysis of the Presentation of the Nature of Science in U.S. High School Biology and Korea High School Science Textbooks. *National Teacher Education Journal*, 7(2), 11-20.
- Leite, L., Costa, Costa, C., & Esteves, E. (2008). Os manuais escolares e a aprendizagem baseada na resolução de problemas: um estudo centrado em manuais escolares de ciências físico-químicas do ensino básico. In ENCIGA (Ed.), *Actas do XXI Congreso de ENCIGA*, 21. Carballino: Asociación de Ensinantes de Ciencias de Galicia (ENCIGA).
- Liang, L. L., Chen, S., Chen, X., Kaya, O. N., Adams, A. D., Macklin, M., & Ebenezer, J. (2009). Preservice teachers' views about nature of scientific knowledge development: an international collaborative study. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 7, 987-1012.
- Lima, M. G. (2007). As concepções/crenças de professores e o desenvolvimento profissional: uma perspectiva autobiográfica. *Revista Iberoamericana de Educación (versão digital)*, 43(7). Recuperado em 2016, dezembro 18, de <<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2358711>>.
- Lin, H. S., & Chen, C. C. (2002). Promoting preservice teachers' understanding about the nature of science through history. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(9), 773-792.
- Lincoln, Y. S., & Guba, E. G. (1985). *Naturalistic inquiry*. Beverly Hills: Sage.
- Lindberg, D. C. (2007). *The beginnings of western science: the European Scientific Tradition in Philosophical, Religious and Institutional Context Prehistory to A. D. 1450* (2ª ed.). Chicago: University of Chicago Press.
- Lobo, S., Lopes, A., Neves, A., & Morais, A. M. (2001). A construção da ciência, a tecnologia e a sociedade na formação de professores: O Human Visible Project. *Revista de Educação*, X(1), 163-174.
- Lovat, T., & Smith, D. (2003). *Curriculum: Action on reflection*. (4.ª ed.) Sydney: Social Science Press.
- Machado, F. A. (1999). *Currículo e Desenvolvimento Curricular: Problemas e Perspetivas* (2.ª ed.). Porto: ASA.
- Magalhães, J. (2006). O Manual Escolar no Quadro da História Cultural. Para uma historiografia do manual escolar em Portugal. Sísifo. *Revista de Ciências da Educação*, 1, 5-14. Recuperado em 2014, Março 22, de <<http://sisifo.fpce.ul.pt>>.
- Magalhães, J. (2011). *O mural do tempo: manuais escolares em Portugal*. Lisboa: Colibri/Instituto de Educação da Universidade de Lisboa.

- Manassero, M. A., Vázquez, A., & Acevedo, J. A. (2004). Evidences for consensus on the nature of science issues. In R. M. Janiuk & E. Samonek-Miciuk (Eds.), *Science and technology education for a diverse world: dilemmas, needs and partnerships* (pp. 167-168). Lublin: Marie Curie-Sklodowska University Press.
- Markert, M. (2013). History of Science in School Biology Textbooks: Characteristics and Consequences. In P. Heering, S. Klassen & D. Metz (Eds), *Enabling Scientific Understanding through Historical Instruments and Experiments in Formal and Non-Formal Learning Environments* (pp. 313-322). Flensburg: Flensburg University Press.
- Martin, M. O., Gregory, K. D., & Stemler, S. E. (2000). TIMSS 1999 Technical Report. *IEA's Repeat of the Third International Mathematics and Science Study at the Eighth Grade*. Chestnut Hill, MA: International Study Center, Lynch School of Education, Boston College.
- Martins, I. P. (2014). Políticas públicas e formação de professores em educação CTS. *Uni-pluri/versidad*, 14(2), 50-62.
- Matthews, M. R. (Ed.) (1989). *The Scientific background to modern philosophy: selected readings*. Indianapolis: Hackett Publishing.
- Matthews, M. R. (1994). *Science Teaching: The Role of History and Philosophy of Science*. New York: Routledge.
- Matthews, M. R. (1998). Introduction. In McComas (Ed.), *The nature of science in science education: Rationales and strategies* (pp. 83-126). The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Matthews, M. R. (2003). Editorial. *Science & Education*, 9(6), 491-505. doi: 10.1023/A:1008721400293.
- Matthews, M. R. (2004). Thomas Kuhn's Impact on Science Education: What Lessons can be Learned?. *Science Education*, 88(1), 90-118.
- Matthews, M. R. (2009). Science, worldviews and education: An introduction. *Science & Education*, 18, 641-666.
- Maxwell, J. A., & Loomis, D. M. (2003). Mixed methods design: An alternative approach. In A. Tashakkori & C. Teddlie (Eds.), *Handbook of mixed methods in social and behavioral research* (pp. 241-271). Thousand Oaks, CA: Sage.
- McComas, W. F. (1998). The Principal Elements of the Nature of Science: Dispelling the myths. In W. F. McComas (Ed.), *The nature of science in science education. Rationales and strategies* (pp. 53-70). Dordrecht: Kluwer.
- McComas, W. F. (2000). The principal elements of the nature of science: Dispelling the myths. In W. F. McComas (Ed.), *The nature of science in science education: Rationales and strategies* (pp. 53-72). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- McComas, W. F. (2003). A textbook case of the nature of science: Laws and theories in the science of Biology. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 2, 141-155.
- McComas, W. F. (2008). Seeking historical examples to illustrate key aspects of the Nature of Science. *Science & Education*, 17, 249-263.
- McComas, W. F. (2014) Nature of science in the science curriculum and in teacher education programs in the United States. In M. R. Matthews (Ed.), *International handbook of research in history, philosophy and science teaching* (pp. 1993-2022). Dordrecht: Springer.
- McComas, W. F., & Olson, J. K. (1998). The nature of science in international science education standards documents. In W. F. McComas (Ed.), *The nature of science in science education: Rationales and strategies* (pp. 41-52). Dordrecht: Kluwer.
- McComas, W. F., Clough, M. P., & Almazroa, H. (1998). The role and character of the nature of science in science education. In W. F. McComas (Ed.), *The nature of science in science education: Rationales and strategies* (pp. 3-39). Dordrecht: Kluwer.
- McDonald, C. V. (2010). The influence of explicit nature of science and argumentation instruction on preservice primary teachers' views of nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(9), 1137-1164.

- McGrew, T., Alspector-Kelly, M., & Alspector-Kelly (2009). *Philosophy of Science: An Historical Anthology*. Nova Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Millar, R. (2011). Reviewing the national curriculum for science: Opportunities and challenges. *Curriculum Journal*, 22(2), 167-185.
- Miller, J. S., & Krumhansl, R. (2009). Learning from innovative instructional materials and making them your own. In J. Gess-Newsome, J. A. Luft & R. Bell (Eds.), *Reforming secondary science instruction* (pp. 39-52). National Science Teachers Association, Arlington, VA: NSTA Press.
- Montinho, I. R. (2015). *Manuais escolares de Física e de Química do ensino secundário: estudo sobre a inserção de conteúdos da História da Ciência*. Tese de Mestrado, Escola de Ciências Sociais e Humanas da Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro.
- Morais, A. M., & Neves, I. P. (1993). Práticas pedagógicas e teorias de instrução no contexto de socialização familiar: Um modelo de análise. In *Atas do II Congresso Português de Sociologia, Vol. II* (pp. 585-601). Lisboa: Editorial Fragmentos e Associação Portuguesa de Sociologia.
- Morais, A. M., & Neves, I. P. (2001). Pedagogic social contexts: Studies for a sociology of learning. In A. Moraes, I. Neves, B. Davies & H. Daniels (Eds.), *Towards a sociology of pedagogy: The contribution of Basil Bernstein to research* (pp.185-221). New York: Peter Lang.
- Morais, A. M., & Neves, I. P. (2003). Processos de intervenção e análise em contextos pedagógicos. *Educação, Sociedade & Culturas*, 19, 49-87.
- Morais, A. M., & Neves, I. P. (2004). *História do ESSA*. Recuperado em 2015, junho 9, de <[http://essa.ie.ulisboa.pt/oqueue\\_historia\\_texto.htm](http://essa.ie.ulisboa.pt/oqueue_historia_texto.htm)>.
- Morais, A. M., & Neves, I. P. (2005). Os professores como criadores de contextos sociais para a aprendizagem científica: Discussão de novas abordagens na formação de professores. *Revista Portuguesa de Educação*, 18(2), 153-183.
- Morais, A. M. & Neves, I. P. (2007a). Fazer investigação usando uma abordagem metodológica mista *Revista Portuguesa de Educação*, 20(2), 75-104.
- Morais, A. M. & Neves, I. P. (2007b). A Teoria de Basil Bernstein: alguns aspetos fundamentais. *Revista Práxis Educativa*, 2(2), 115-130.
- Morais, A. M., & Neves, I. P. (2012). Estruturas de conhecimento e exigência conceptual na educação em ciências. *Revista Educação, Sociedade & Culturas*, 37, 63-88.
- Morais, A. M., Fontinhas, F., & Neves, I. P. (1992). Recognition and realization rules in acquiring school science: The contribution of pedagogy and social background of students. *British Journal of Sociology of Education*, 13(2), 247-270.
- Morais, A. M., Neves, I. P., & Ferreira, S., (2014). Enquadramento teórico e metodológico. In A. M. Moraes, I. P. Neves & S. Ferreira (Eds.), *Currículos, manuais escolares e práticas pedagógicas: Estudo de processos de estabilidade e de mudança no sistema educativo* (pp. 25-46). Lisboa: Edições Sílabo.
- Moreira, M. A., Greca, I. M., & Palmero, M. L. R. (2002). Modelos mentales y modelos conceptuales en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação e Ciências*, 2(3), 37-57.
- Moreira, M.A., Caballero, M.C., & Rodríguez, M.L. (orgs.) (1997). *Actas del Encuentro Internacional sobre el Aprendizaje Significativo*, (pp. 19-44). Burgos: Universidad de Burgos/Sociedad Española de H.<sup>a</sup> de la Educación.
- Morgado, J. C. (2004). *Manuais escolares: Contributo para uma análise*. Porto: Porto Editora.
- Morris, H. (2014). Socioscientific issues and multidisciplinary in school science textbooks. *International Journal of Science Education*, 36, 1137-1158. doi: 10.1080/09500693.2013.848493.
- Neumann, I., Neumann, K., & Nehm, R. (2011). Evaluating Instrument Quality in Science Education: Rasch- based analyses of a Nature of Science test. *International Journal of Science Education*, 33 (10), 1373-1405. doi: 10.1080/09500693.2010.511297.



- Nespar, J. (1987). The role of beliefs in the practice of teaching. *Journal of Curriculum Studies*, 19, 317-328.
- Neves, I. (1991). Contributo para uma análise sociológica de livros de texto. *Revista de Educação*, 1(2), 91-97.
- Neves, I. P. (2000). Análise do contexto de socialização familiar: Sua importância para a compreensão do (in)sucesso escolar. In A. M. Fontaine (Coord.), *Parceria família-escola e desenvolvimento da criança* (Cap. 12). Porto: ASA.
- Neves, I. P., & Morais, A. M. (1993a). A orientação de codificação no contexto de socialização primária: Implicações no (in)sucesso escolar. *Análise Social*, XXVIII(121), 267-307.
- Neves, I. P., & Morais, A. M. (1993b). Orientação de codificação e processo de socialização cognitiva da família: Influência no sucesso dos alunos. *Revista Portuguesa de Pedagogia*, XXVII(2), 233-261.
- Neves, I. P., & Morais, A. M. (1996). Teorias de instrução na família e aproveitamento escolar. *Sociologia*, 19, 127-164.
- Neves, I. P., & Morais, A. M. (2000). Política educativa e orientações programáticas: Análise da educação científica em dois períodos socio-políticos. *Revista de Educação*, IX(1), 93-109.
- Neves, I. P., & Morais, A. M. (2001a). Knowledges and values in science syllabuses: A sociological study of educational reforms. *British Journal of Sociology of Education*, 22(4), 531-556.
- Neves, I. P., & Morais, A. M. (2001b). Teacher's "space of change" in educational reforms: A model for analysis applied to a recent reform. *Journal of Curriculum Studies*, 33(4), 451-476.
- Neves, I. P., & Morais, A. M. (2001c). Texts and contexts in educational systems: Studies of recontextualising spaces. In A. Morais, I. Neves, B. Davies & H. Daniels (Eds.), *Towards a sociology of pedagogy: The contribution of Basil Bernstein to research* (pp.223-249). New York: Peter Lang.
- NGSS Lead States (2013). *Next Generation Science Standards: For States, By States*. Washington, DC: The National Academies Press.
- Niaz, M. (2009). *Critical appraisal of physical science as a human enterprise: Dynamics of scientific progress*. Milton Keynes: Springer.
- Novak, J. (1991). Ayudar a los alumnos a aprender cómo aprender. La opinión de un professor-investigador. *Revista Enseñanza de las Ciencias*, 9(3), 215-228.
- Noblitt, G. W., & Hare, R. D. (1985). *Meta-Ethnography: Synthesizing qualitative studies*. London: Sage.
- NRC (National Research Council). (1993). Panel on the Survey of Income and Program Participation, Committee on National Statistics. *The Future of the Survey of Income and Program Participation*. Constance F. Citro & Graham Kalton (Eds.). Washington, D.C.: National Academy Press.
- NRC (National Research Council). (1996). *National Science Education Standards: observe, interact, change, learn*. Washington, DC: National Academy Press.
- NRC (National Research Council). (1999). Committee on the Evaluation of Voluntary National Tests. *Evaluation of the Voluntary National Tests, Year 2: Final Report*. Laurens L. Wise, Richard J. Noeth & Judith A. Koenig, (Eds.). Washington, D.C.: National Academy Press.
- NRC (National Research Council). (2007). *Enhancing professional development for teachers: Potential uses of information technology*. Washington, DC: The National Academies Press.
- NRC (National Research Council). (2012). *A framework for K-12 science education: Practices, crosscutting concepts, and core ideas*. Washington, DC: National Academy Press.
- OECD (2009). *Creating Effective Teaching and Learning Environments. First Results from TALIS*. Paris: OECD. Recuperado em 2012, julho 11, de <<http://www.oecd.org/dataoecd/17/51/43023606.pdf>>.
- Onwuegbuzie, A. J., & Johnson, R. B. (2006). The Validity Issue in Mixed Research. *Research in the schools*, 13(1), 48-63.
- Osborne, J. F., Simon, S., & Collins, S. (2003). Attitudes towards Science: A Review of the Literature and its Implications. *International Journal of Science Education*, 25(9), 1049-1079.

- Osborne, J., & Dillon, J. (2008). *Science Education in Europe: Critical Reflections*. London, UK: The Nuffield Foundation.
- Pacheco, J. A. (Org.). (2000). *Políticas de integração curricular*. Porto: Porto Editora.
- Pacheco, J. A. (2001). *Currículo: Teoria e prática* (2ª ed.). Porto: Porto Editora.
- Pajares, M. F. (1992). Teachers' beliefs and educational research: cleaning up a messy construct. *Review of Educational Research*, 62(3), 307-333.
- Pedrosa, M. A. (2000). Mudanças de práticas de Ensino das Ciências – uma Reflexão Epistemológica, In A. Veríssimo, A. Pedrosa & R. Ribeiro (Coord.) (2000). *Ensino Experimental das Ciências: (re) pensar o ensino das ciências* (pp. 35-50). Lisboa: Departamento do Ensino Secundário.
- Pereira, A. I., & Amador, F. (2007). A história da ciência em manuais escolares de ciências da natureza. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 6(1).
- Phillips, M. C., & Chiappetta, E. L. (2007). Do middle school science textbooks present a balanced view of the nature of science? Paper presented at the annual meeting of National Association for Research in Science Teaching, New Orleans, LA.
- Pinto, M. O. (2003). Estatuto e Funções do Manual Escolar de Língua Portuguesa. *Educação, Ciência e Tecnologia*, 28, 174-183.
- Pires, D., & Morais, A. M. (1997a). Aprendizagem científica e contextos de socialização familiar: um estudo com crianças dos estratos sociais mais baixos. *Revista de Educação*, VI, 57-73. Lisboa: Centro de Investigação em Educação da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.
- Pires, D., & Morais, A. M. (1997b). Contextos familiares e aproveitamento na aula de ciências: estudo de características específicas dos processos de socialização primária. *Análise Social*, XXXII, 143-186. Lisboa: Instituto de Ciências Sociais da Universidade de Lisboa.
- Pires, D., Morais, A. M., & Neves, I. P., (2004). Desenvolvimento científico nos primeiros anos de escolaridade: estudo de características sociológicas específicas da prática pedagógica. *Revista de Educação*, XII(2), 119-132.
- Pombo, O. (2001). Apontamentos sobre o conceito de epistemologia e o enquadramento categorial da diversidade de concepções de ciência, recuperado em 2010, setembro 9, de <<http://cful.fc.ul.pt/publicacoes/digitais/>>.
- Pombo, O., & Gerner, A. (2007). *Abduction and the Process of Scientific Discovery*. Coleção Documenta 1. Lisboa: CFCUL.
- Ponte, J. P. (1992). Conceções dos Professores de Matemática e Processos de Formação. In M. Brown, D. Fernandes, J. F. Matos & J. P. Ponte (Eds.), *Educação e Matemática: Temas de Investigação* (pp. 186-239). Lisboa: IIE e Secção de Educação e Matemática da SPCE.
- Popper, K. R. (1982). *Conocimiento Objetivo* (2ª ed.). Madrid: Editorial Tecnos.
- Popper, K. R. (1990). *O Futuro está Aberto* (2ª ed.). Lisboa: Editorial Fragmentos.
- Popper, K. R. (2002). *Conjectures and refutations: the growth of scientific knowledge* (2ª ed.). Nova Iorque: Routledge.
- Popper, K. R. (2004). *A lógica da pesquisa científica* (12ª ed.). São Paulo: Cultrix.
- Porlán Ariza, R., Rivero Garcia, A., & Martin del Pozo, R. (1998). Conocimiento profesional y epistemologia de los profesores, II: estudos empíricos y conclusiones. *Enseñanza de las Ciencias*, 16(2), 271-288.
- Reale, G. (2001). *História da Filosofia Antiga*. S. Paulo: Loyola.
- Rebola, F. (2015). *O ensino das ciências e a promoção da literacia científica na educação básica: representações e conhecimento profissional dos professores de ciências*. Tese de Doutoramento em Educação (Didática das Ciências), Instituto de Educação da Universidade de Lisboa.
- Reis, P. R. (2006). Ciência e Educação: que relação?. *Interações*, 3, 160-187.
- Reis, P. R. (2008). *As controvérsias sócio científicas: perspectivas de alunos e professores*. Lisboa: Escolar Editora.

- Reis, P., & Galvão, C. (2004). The impact of socio-scientific controversies in portuguese natural science teachers' conceptions and practices. *Journal of Research in Science Education*, 34(2), 153-171.
- Rieff, R., Harwood, W.S., & Phillipson, T. (2002). A scientific method based upon research scientists' conceptions of scientific inquiry. (ERIC Document Reproduction Service No. ED 465 618).
- Roberts, D. (2007). Scientific literacy/Science literacy. In S. K. Abell & N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of Research on Science Education* (pp. 729-780). New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Inc. Publishers.
- Roberts, D. (2011). Competing Visions of Scientific Literacy: The Influence of a Science Curriculum Policy Image. In C. Linder et al. (Eds.), *Exploring the Landscape of Scientific Literacy* (pp.11-27). London: Routledge.
- Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walberg-Henriksson, H., & Hemmo V. (High Level Group on Science Education) (2007). *Science education now: a renewed pedagogy for the future of Europe*. Bruxelas: Comissão Europeia.
- Roldão, M. C. (1999). *Gestão Curricular, Fundamentos e Práticas*. Lisboa: Departamento da Educação Básica, Ministério da Educação.
- Rosenberg, A. (1988). *Philosophy of social science*. Boulder, CO: Westview.
- Rudolph, J. L. (2000). Reconsidering the 'nature of science' as a curriculum component. *Journal of Curriculum Studies*, 32(3), 403-419.
- Rutherford, F.J., & Ahlgren, A. (1989). *Science for all Americans*. Oxford: Oxford University Press.
- Ryan, A. G., & Aikenhead, G. S. (1992). Students' preconceptions about the epistemology of science. *Science Education*, 76, 559-580.
- Ryder, J., Leach, J., & Driver, R. (1999). Undergraduate science students' images of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(2), 201-219.
- Sadler, T. D., Chambers, F.W., & Zeidler, D. L. (2004). Student conceptualizations of the nature of science in response to a socioscientific issue. *International Journal of Science Education*, 26(4), 387-409. doi: 10.1080/0950069032000119456.
- Santos, A. (2010). *Formação inicial de professores de ciências: Estudo de práticas pedagógicas e de aprendizagens*. Tese de Mestrado em Educação, Instituto de Educação da Universidade de Lisboa.
- Santos, M. E. (2001). *A cidadania na "voz" dos manuais escolares – O que temos? O que queremos?*. Lisboa: Livros Horizonte.
- Santos, M. E. (2004). Educação pela ciência e Educação sobre a Ciência nos Manuais Escolares. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 4(1), 76-89.
- Saraiva, L. (2016). *Ensino das ciências na formação inicial de professores do 1º ciclo do ensino básico: Contributos para uma mudança nas conceções sobre ciência e ensino das ciências*. Tese de Doutoramento em Educação (Didática das Ciências), Instituto de Educação da Universidade de Lisboa.
- Sardag, M., Aydın, S., Kalender, N., Tortumlu, N., Ciftci, M., & Perihanoglu S. (2014). The Integration of Nature of Science in the New Secondary Physics, Chemistry, and Biology Curricula. *Education and Science*, 39, 233-248. doi: 10.15390/EB.2014.3069.
- Şahin, C. T., & Köksal, M. S. (2010). How Are the Perceptions of High School Students and Teachers on NOS as a Knowledge Type Presented in Schools in Terms of "Importance" and "Interest"? *International Journal of Environmental and Science Education*, 5(1), 105-126.
- Sawyer, R. K. (2006). *Optimising Learning Implications of Learning Sciences Research*. OECD/CERI International Conference "Learning in the 21st Century: Research, Innovation and Policy".
- Schmidt, W. H., McKnight, C. C., & Raizen, S. A. (1997). *A Splintered Vision: An Investigation of U.S. Science and Mathematics Education*. Boston: Kluwer Academic Publishers.
- Schwartz, R. S. (2007). Beyond evolution: A thematic approach to teaching nature of science in an undergraduate biology course. Comunicação apresentada no encontro anual da *National Association for Research in Science Teaching* (NARST). New Orleans, LA.

- Schwartz, R. S., & Lederman, N. G. (2002). "It's the nature of the beast": The influence of knowledge and intentions on learning and teaching nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(3), 205-236.
- Schwartz, R. S., Lederman, N. G., & Crawford, B. (2004). Developing views of nature of science in an authentic context: An explicit approach to bridging the gap between nature of science and scientific inquiry. *Science Education*, 88(4), 610-645.
- Schwartz, R. S., Lederman, N. G., & Thompson, R. (2001). Grade nine students' views of nature of science and scientific inquiry: The effects of an inquiry-enthusiast's approach to teaching science as inquiry. Comunicação apresentada no encontro anual da *National Association for Research in Science Teaching* (NARST). St. Louis, MO.
- Schwartz, R., & Lederman, N. (2002). "It's the nature of the beast": The influence of knowledge and intentions on learning and teaching nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(3), 205-236. doi: 10.1002/tea.10021.
- Scopinho, S. C. D. (2004). *Filosofia e sociedade pós-moderna: crítica filosófica de G. Vattimo ao pensamento moderno*. Porto Alegre: EDIPUCRS.
- Seixas, P. (2007). *Relação teoria-prática nas aulas de biologia e geologia do 10º ano de escolaridade: Um estudo no contexto da atual reforma curricular*. Tese de Mestrado, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.
- Shulman, L. S. (1986). Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14.
- Silva, J. L., & Sequeira, M. (2006). Natureza da Ciência nos currículos de Ciências Naturais/Biologia e Geologia do contexto educacional português. In ENCIGA (Ed.), *Boletín das Ciencias, XIX Congreso de ENCIGA*, nº 61. Santiago de Compostela: Asociación de Ensinantes de Ciencias de Galicia (ENCIGA).
- Silva, J. L. (2007). *A natureza da ciência em manuais escolares de ciências – naturais e de Biologia e Geologia: imagens veiculadas e operacionalização na perspetiva dos professores e autores*. Tese de Doutoramento, Instituto de Educação da Universidade do Minho, Braga.
- Silva, P. (2010). *Materiais curriculares e práticas pedagógicas no 1º ciclo do ensino básico. Estudo de processos de recontextualização e suas implicações na aprendizagem científica*. Tese de Doutoramento em Educação (Didática das Ciências), Instituto de Educação da Universidade de Lisboa.
- Spinelli, M. (2003). Filósofos pré-socráticos: primeiros mestres da filosofia e da ciência R. grega. In *Coleção Filosofia* (2ª ed.) 81 (pp. 15-92). Porto Alegre: Edipucrs.
- Squire, J. (1992). *Textbook publishing. In Towards a science of science teaching: Cognitive development and curriculum demand*. Londres: Heinemann Educational Books.
- Stansfield, W. D. (2006). Textbooks: Expectations vs. reality: The DNA story. *American Biology Teacher*, 68(8), 464-469.
- Stern, L., & Roseman, J. E. (2004). Can middle school science textbooks help students learn important ideas? Findings from Project 2061's curriculum evaluation study: Life Science. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(6), 538-568.
- Lovat, T. J., & Smith, D. L. (2003). *Curriculum: Action and reflection revised*. Wentworth Falls: Social Science Press.
- Taba, H. (1962). *Curriculum Development: Theory and Practice*. New York: Harcourt, Brace & World.
- Taber, K. S. (2008). Towards a Curricular Model of the Nature of Science. *Science & Education*, 17, 179-218. doi: 10.1007/s11191-006-9056-4.
- Tashakkori, A., & Creswell, J.W. (2007). Editorial: the new era of mixed methods. *Journal of Mixed Methods Research*, 1(1), 3-7.
- Teddlie, C., & Tashakkori, A. (2003). Major issues and controversies in the use o mixed methods in the social and behavioral sciences. In A. Tashakkori & C. Teddlie (Eds.), *Handbook of mixed methods in social and behavioral research* (pp. 3-50). Thousand Oaks, CA: Sage.

- Teddlie, C., & Tashakkori, A. (2006). A general typology of research designs featuring mixed methods. *Research in the schools*, 13(1), 12-28.
- Teddlie, C., & Tashakkori, A. (2009). *Foundations of mixed methods research: Integrating quantitative and qualitative approaches in the social and behavioral sciences*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Teddlie, C., & Tashakkori, A. (2010). Overview of contemporary issues in mixed methods. In A. Tashakkori & C. Teddlie (Eds.), *Handbook of mixed methods in social and behavioral research* (2ª ed.) (pp. 1-41). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Teddlie, C., & Tashakkori, A. (2012). Common 'core' characteristics of mixed methods research: A review of critical issues and call for greater convergence. *American behavioral scientist*, 56(6), 774-788.
- Teixeira, P. I. (Coord) (2001). *Cadernos Didáticos de Ciências* (vol. 2). Lisboa: Departamento do Ensino Secundário, Ministério da Educação.
- Thomaz, M. F., Cruz, M. N., Martins, I. P., & Cachapuz, A. F. (1996). Concepciones de futuros profesores del primer ciclo da primaria sobre la naturaleza da Ciencia: Contribuciones de la formación inicial. *Enseñanza de las Ciencias*, 14(3), 315-322.
- Thompson, A. G. (1992). Teachers' beliefs and conceptions: a synthesis of the research. In D. A. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 127-146). New York: Macmillan.
- Thye, T. L., & Kwen, B. H. (2004). Assessing the Nature of Science Views of Singaporean Pre-Service Teachers. *Australian Journal of Teacher Education*, 29(2). doi: 10.14221/ajte.2004v29n2.1.
- Tormenta, J. R. (1999). *Os professores e os manuais escolares. Um estudo centrado no uso dos manuais de Língua Portuguesa*. Tese de Mestrado em Ciências de Educação, Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação da Universidade do Porto.
- Tyler, R. W. (1950). *Basic Principles of Curriculum and Instruction*. Chicago: University of Chicago Press.
- Valverde, G. A., Bianchi, L. J., Wolfe, R. G., Schmidt, W. H., & Houang, R. T. (2002). *According to the Book: Using TIMSS To Investigate the Translation of Policy into Practice Through the World of Textbooks*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Vázquez, A., Acevedo, J.A., & Manassero, M.A. (2004). Consensos sobre la naturaleza de la ciencia: evidencias e implicaciones para su enseñanza. *Revista Iberoamericana de Educación*, edição electrónica, recuperado em 2010, setembro 10, de <[http://www.campus-oei.org/revista/de\\_loslectores/702Vazquez.PDF](http://www.campus-oei.org/revista/de_loslectores/702Vazquez.PDF)>.
- Veríssimo, A., Pedrosa A., & Ribeiro, R. (Coord.) (2000). *Ensino Experimental das Ciências: (re) pensar o ensino das ciências*. Lisboa: Departamento do Ensino Secundário, Ministério da Educação.
- Vesterinen, V.-M., Aksela, M., & Sundberg, M. R. (2009). Nature of Chemistry in the National Frame Curricula for Upper Secondary Education in Finland, Norway and Sweden. *NorDiNa*, 5, 200-212.
- Vesterinen, V.-M., Aksela, M., & Lavonen, J. (2013). Quantitative Analysis of Representations of Nature of Science in Nordic Upper Secondary School Textbooks Using Framework of Analysis Based on Philosophy of Chemistry. *Science & Education*, 22(7), 1839-1855. doi: 10.1007/s11191-011-9400-1.
- Vieira, R. M., & Martins, I. P. (2004). Impacte de um Programa de Formação com uma orientação CTS/PC nas Conceções e Práticas de Professores. In I. P. Martins et al. (Org.), *Perspetivas Ciência-Tecnologia-Sociedade na Inovação da Educação em Ciência* (pp. 47-55), Aveiro: Universidade de Aveiro.
- Viseu, F., & Morgado, J. C. (2011). Manuais escolares e desprofissionalização docente : um estudo de caso com professores de Matemática. In *Libro de Actas do XI Congreso Internacional Galego-Portugues de Psicopedagogia*. (pp. 991-1002). A Coruña: Universidade da Coruña e Universidade do Minho. Recuperado em 2016, março 9, de <<http://hdl.handle.net/1822/15860>>.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

- Wang, F. (2002). *A 'textbook solution' to curing our country's education woes*. Wang Education. Recuperado em 2016, outubro 10, de <http://www.educationnews.org/articles/a-textbook-solution-to-curing-ourcountry-education-woes-.html>.
- Waters-Adams, S. (2006). The Relationship between Understanding of the Nature of Science and Practice: The influence of teachers' beliefs about education, teaching and learning. *International Journal of Science Education*, 28(8), 919–944. doi: 10.1080/09500690500498351.
- Ziman, J. (1980). *Teaching and learning about science and society*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Ziman, J. (1984). *An introduction to science studies – The philosophical and social aspects of science and technology*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Ziman, J. (1994). The rationale of STS education is in the approach. In J. Solomon & G.S. Aikenhead (Eds). *STS education: International perspectives on reform* (pp. 21-31). New York: Teacher's College Press.
- Ziman, J. (1999). A ciência na sociedade moderna. In F. Gil (Coord.), *A ciência tal qual se faz* (pp. 437-450). Lisboa: Edições João Sá da Costa.
- Ziman, J. (2000). *Real Science: What it is and what it means*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

## Legislação

- Decreto-Lei n.º 369/90, de 26 de novembro (DR n.º 273/1990, Série I).
- Decreto-Lei n.º 176/96, de 21 de setembro (DR n.º 220/1996, Série I-A).
- Decreto-Lei n.º 6/2001, de 18 de janeiro (DR n.º 15/2001, Série I-A).
- Decreto-Lei n.º 7/2001, de 18 de janeiro (DR n.º 15/2001, Série I-A).
- Decreto-Lei n.º 261/2007, de 17 de julho (DR n.º 136/1990, Série I).
- Despacho N.º 15847/2007, de 23 de julho (DR n.º 140/2007, Série II).
- Despacho n.º 29 864/2007, de 27 de dezembro (DR n.º 249/2007, Série II).
- Lei n.º 46/86, de 14 de outubro (DR n.º 237/1986, Série I).
- Lei n.º 47/2006, de 28 de agosto (DR n.º 165/2006, Série I).

# APÊNDICES





# **APÊNDICE 1**

## **Instrumentos de análise do programa e dos manuais escolares**



## Contexto instrucional – o que

### 1.1. INSTRUMENTO REFERENCIAL DOS CONHECIMENTOS METACIENTÍFICOS

| CONHECIMENTOS SIMPLES<br>(Factos generalizados e conceitos simples)   | CONHECIMENTOS COMPLEXOS<br>(Conceitos complexos e temas unificadores/teorias)   |
|---|---|
| <b>DIMENSÃO FILOSÓFICA</b><br><i>Ciência enquanto processo dinâmico de construção do conhecimento que engloba metodologias diversas</i>   |   |
| <ol style="list-style-type: none"><li>1. Os processos da ciência implicam uma metodologia como forma de chegar ao saber teórico.</li><li>2. A metodologia da ciência consiste num conjunto de procedimentos que se desenvolvem ao longo de diversas etapas.</li><li>3. As metodologias da ciência desenvolvem-se em conformidade com um conjunto de regras (que visam assegurar a validade do conhecimento científico).</li><li>4. As metodologias da ciência são diversas (de acordo com diferentes perspetivas epistemológicas).</li><li>5. Cada ciência tem o seu objeto de estudo.</li><li>6. Cada ciência tem princípios e metodologias próprios.</li><li>7. Cada ciência desenvolve interações com outras ciências.</li><li>8. Os processos da ciência incluem a resolução de problemas através de uma metodologia científica.</li><li>9. O objetivo da pesquisa científica é resolver ou propor a solução para um determinado problema, indo assim propondo teorias para o explicar.</li><li>10. Um problema corresponde a uma questão não resolvida que é objeto de discussão em qualquer domínio do conhecimento.</li><li>11. Um problema de investigação emerge a partir de um dado contexto teórico, devendo ser relevante nesse âmbito, e/ou a partir de dados empíricos.</li><li>12. A formulação adequada de um problema é essencial para que se encontre a</li></ol> | <ol style="list-style-type: none"><li>33. O conhecimento científico é constituído por um conjunto de enunciados, organizados hierarquicamente, dos mais elementares para os mais gerais, articulados de forma lógica e dedutiva.</li><li>34. Os procedimentos e as operações lógicas da ciência englobam a observação racional e controlada dos fenómenos; a sua interpretação e explicação, a sua verificação através da experimentação e da observação e a fundamentação dos princípios de generalização ou o estabelecimento dos princípios e das leis.</li><li>35. A construção do conhecimento científico engloba modelos, ou seja, representações do mundo, através das quais se procura simplificar a realidade para que esta possa ser analisada (Pode também ser considerado conceito simples – g2, na sequência da análise do manual da areal editores).</li><li>36. Os modelos e as teorias permitem representar a realidade, explicá-la e fazer previsões.</li><li>37. A construção de um modelo dá-se no contexto de uma teoria, quando factos estabelecidos pela observação e hipóteses sobre a estrutura do sistema e sobre o comportamento dos seus constituintes básicos são correlacionados através de conceitos, leis e princípios.</li><li>38. O conhecimento científico é racional, sistemático, exato e verificável.</li><li>39. A metodologia da ciência implica a observação, a investigação, o raciocínio e a experimentação intensiva, tendo de ser metódica.</li><li>40. O método científico pode englobar as seguintes etapas: descoberta e</li></ol> |

sua solução.

13. As ciências experimentais adotam sistematicamente métodos e princípios fundamentados em trabalho prático/experimental laboratorial ou de campo, ou seja, em experiências e na observação dos fenômenos da realidade envolvente (evidências).
14. A construção do conhecimento científico é feita com recurso a métodos e princípios fundamentados na recolha, organização e interpretação de dados obtidos por métodos diversos.
15. O trabalho prático/experimental/laboratorial ou de campo obedece a regras de segurança e de natureza ética
16. A construção do conhecimento científico é feita com recurso a trabalho prático/experimental/laboratorial ou de campo, o que implica a utilização de instrumentos de medida e/ou de equipamentos e/ou de técnicas específicos
17. A metodologia das ciências experimentais, enquanto processo rigoroso e sistemático de descrever ou interpretar a realidade, implica o registo sistemático de dados
18. Uma hipótese consiste numa teoria ou numa formulação provisória, com vista a dar resposta a um determinado problema científico.
19. As observações realizadas, tal como as hipóteses formuladas, inserem-se num determinado contexto teórico.
20. Podem existir diferentes hipóteses em resposta ao mesmo problema que, através da testagem e/ou da análise de dados recolhidos a partir da realidade envolvente, podem vir a ser apoiadas ou refutadas.
21. Uma hipótese implica a necessidade de ser posteriormente demonstrada ou verificada e validada.
22. A refutação de uma hipótese não desqualifica o papel que esta terá exercido para impulsionar a investigação.
23. Todas as teorias científicas se encontram em fase de testagem pelo que se pode considerar que serão sempre hipóteses
24. As experiências são concebidas para testar hipóteses.
25. A ciência evolui em constante interrogação dos seus modelos e teorias, que vão sendo constantemente reformulados.

formulação precisa do problema científico, recurso a um modelo científico para estudo do problema, formulação de hipóteses, testagem de hipóteses – experimentação, análise de resultados, seleção da resposta ao problema formulado e teorização.

41. A teorização consiste na construção de novas teorias que englobam a inter-relação das hipóteses apoiadas através da experimentação.
42. A refutação das hipóteses inicialmente formuladas implica a descoberta de novos dados, formulação de novas hipóteses, correção de procedimentos, nova testagem de hipóteses – experimentação e análise de resultados, ou seja, um novo ciclo de investigação.
43. Todo o conhecimento científico é falível, isto é, só é válido enquanto não for refutado pela experiência e, por conseguinte, o conhecimento científico não se assume como absoluto, mas apenas como progressivo.
44. O conhecimento científico produzido insere-se em quadros teóricos mais amplos ou temas unificadores.

- 
26. A ciência evolui em constante interrogação do seu método
  27. A controvérsia em ciência potencia o desenvolvimento do conhecimento científico.
  28. A Ciência é um processo de construção de conhecimento marcado por episódios de rutura concetual.
  29. São usados conhecimentos de várias áreas científicas na construção de teorias e modelos científicos.
  30. Em Ciência, para cada fenómeno podem existir diferentes modelos explicativos, com maior ou com menor grau de aceitação.
  31. Em Ciência, para uma mesma teoria explicativa de um determinado fenómeno, podem existir, simultaneamente, factos que a apoiam e factos que não é possível explicar à luz dessa teoria.
  32. Em Ciência, novos dados conduzem à reformulação de conceitos e de teorias.
- 

### DIMENSÃO HISTÓRICA

#### *Ciência enquanto processo gradual de acumulação de conhecimentos*

- 
- |   |  |
|---|--|
| <ol style="list-style-type: none"> <li>1. O processo de construção da ciência é influenciado pelo contexto cultural, social, político e económico da época.</li> <li>2. A história da ciência engloba uma sucessão de descobertas, de novos métodos, de teorias e de revoluções conceptuais.</li> <li>3. O processo de construção da ciência contempla a evolução histórica de conceitos e de modelos teóricos.</li> <li>4. Os métodos de estudo têm vindo a evoluir, promovendo, assim, o desenvolvimento do conhecimento científico.</li> <li>5. A comunicação em ciência pauta-se por um conjunto de regras, nomeadamente ao nível da utilização da linguagem científica, da utilização, citação e referência das fontes de informação, bem como da forma de representar essa informação.</li> <li>6. A história da ciência é marcada por controvérsias que dividem os cientistas e a sociedade.</li> <li>7. Na comunicação em ciência entre os pares as publicações em revistas científicas desempenham um papel muito importante.</li> </ol> | <ol style="list-style-type: none"> <li>8. A dimensão histórica da construção da ciência corresponde a um processo de acumulação de conhecimentos, organizados em esquemas teóricos coerentes, que se transformam e reestruturam em função dessa lógica própria de organização.</li> <li>9. O desenvolvimento científico traduz-se na existência de uma sucessão de teorias (convergentes ou divergentes) em resposta ao um mesmo problema.</li> <li>10. A descoberta de novos dados científicos e sua relação com teorias já existentes pode levar à corroboração dessas teorias, ou à sua contestação e consequente reestruturação.</li> <li>11. A comunicação em ciência, nomeadamente a publicação científica, é fundamental para a evolução do processo de construção do conhecimento científico, já que permite que os esquemas teóricos já existentes sejam utilizados e reestruturados.</li> <li>12. As controvérsias em ciência são suscitadas por problemáticas que dividem os cientistas e a sociedade, já que podem ser analisadas segundo diferentes perspetivas, não conduzindo a conclusões simples e envolvendo, frequentemente, uma dimensão moral e ética.</li> </ol> |
|---|--|
-

---

## DIMENSÃO PSICOLÓGICA

### *Características da personalidade dos cientistas*

---

1. Os cientistas têm qualidades e vícios de carácter que influenciam o processo de construção da ciência.
  2. A ciência como qualquer campo de atividade, requer trabalhos fundamentados na seriedade dos dados manipulados.
  3. A ciência requer, da parte dos cientistas, abertura a novas evidências e argumentos.
  4. Tal como acontece com qualquer outra atividade, sempre existiu fraude em ciência.
  5. Existem fraudes por motivações de ordem diversa, pessoal, social, política ou económica.
  6. A ciência é uma atividade humana, sujeita aos condicionalismos próprios dessa condição, pelo que tanto as falhas como as virtudes humanas fazem parte de sua história
  7. Existem processos de regulação da atividade científica com vista a salvaguardar o rigor e a seriedade.
  8. As qualidades de carácter que influenciam o trabalho dos cientistas são: coragem, autodeterminação, sinceridade, perspicácia, curiosidade, capacidade de observar atentamente, humildade, persistência, espírito crítico e competência profissional.
  9. Os defeitos de carácter que influenciam o trabalho dos cientistas são: desonestidade, propensão para a fraude, inveja, ambição, orgulho.
  10. O cientista pode ser motivado pela perspetiva de obtenção de mérito, de satisfação pessoal e de valorização social.
  11. A divulgação proporciona motivação pessoal.
  12. Trabalhos mais morosos e sem projeção assinalável levam à desmotivação dos cientistas.
  13. A aplicação da ciência pode desenvolver, nos cientistas, dilemas de várias ordens, ética/religiosa, científica/social.
  14. As descobertas científicas desencadeiam formas de poder para as quais os cientistas frequentemente não estão moral nem psicologicamente preparados.
  15. O facto de a prática da ciência já não estar restrita a um pequeno número de indivíduos com altos padrões de vida que não tinham que se preocupar com a sua subsistência financeira, sendo atualmente uma profissão estabelecida, com salário e pressões de carreira, tem importantes repercussões nos padrões que regem a atividade científica.
-

---

## DIMENSÃO SOCIOLÓGICA INTERNA

### *Relações estabelecidas dentro da comunidade científica*

---

1. Na comunidade científica existem relações de cooperação, que por vezes envolvem grandes debates de ideias, essenciais para o progresso da ciência.
  2. Existem instituições onde os cientistas trabalham em colaboração nos mesmos projetos de investigação.
  3. Por vezes surgem divergências no interior da comunidade científica devido a pressões económicas, políticas e sociais.
  4. Dentro da comunidade científica existem por vezes teorias diferentes em resposta a um mesmo problema e/ou conceitos diferentes.
  5. Dentro da comunidade científica pode existir consenso relativamente a uma teoria, e/ou a métodos utilizados, que, nesse âmbito, assumem um caráter universal.
  6. Existe competição no interior da comunidade científica devido a disputa por posições importantes na hierarquia académica.
  7. Trabalhos mais morosos e sem projeção assinalável levam à desmotivação dos cientistas.
  8. Os trabalhos científicos já existentes servem de base a trabalhos de outros cientistas.
  9. Novos dados provocam o confronto entre cientistas, ideias e teorias.
  10. Novas metodologias e novos dados científicos podem trazer, para a comunidade científica onde estes se desenvolveram, ou para os cientistas que os trabalharam, grande projeção e notoriedade.
  11. Na comunidade científica, a aceitação de uma teoria é condicionada pelo prestígio do cientista que a desenvolve.
  12. A divulgação da descoberta de fenómenos da realidade envolvente e de novos dados dentro da comunidade científica traduz relações de cooperação fundamentais para o progresso da ciência.
  13. O trabalho dos cientistas em instituições científicas prestigiadas tem vantagens: apoios financeiros, melhores equipamentos, melhores remunerações e maior facilidade de progresso na carreira.
  14. O trabalho dos cientistas em instituições científicas prestigiadas tem também desvantagens: perda de tempo para o trabalho de investigação devido ao aumento das tarefas administrativas.
  15. Dentro da comunidade científica existem teorias opostas em resposta a um mesmo problema, que constituem base para correntes divergentes
  16. Dentro da comunidade científica surgem divergências quanto à necessidade de trazer a público os seus conhecimentos ou previsões.
-

## DIMENSÃO SOCIOLÓGICA EXTERNA

### *Relação biunívoca entre a ciência, a tecnologia e a sociedade*

1. A investigação científica, bem como a produção de conhecimentos e previsões científicas tem repercussões na sociedade e/ou no ambiente/espécie humana – relação C-S.
2. A aplicação da ciência à sociedade e/ou ao ambiente tem efeitos (políticos, sociais, económicos e éticos) tanto positivos como negativos, a curto e a longo prazo – relação C-S.
3. A evolução do conhecimento científico permite o desenvolvimento de novas tecnologias – relação C-T
4. O desenvolvimento da tecnologia leva a novas investigações científicas e, consequentemente, ao desenvolvimento da ciência – relação T-C.
5. A tecnologia e sua evolução têm efeitos (políticos, sociais, económicos e éticos) tanto benéficos como prejudiciais na sociedade, a curto e a longo prazo – relação T-S.
6. A sociedade exerce pressão sobre os cientistas no sentido de desenvolverem tecnologias rentáveis e úteis – relação S-T.
7. A sociedade exerce pressão sobre a ciência, no sentido de esta desenvolver novo conhecimento em resposta aos seus problemas – relação S-C.
8. Ao nível da sociedade discutem-se e impõem-se restrições ao financiamento e à investigação científica e tecnológica – relação C-T-S.
9. A aceitação social de novas teorias está dependente do contexto e ideologias de cada época - relação S-C.
10. A exploração sensacionalista da ciência através dos meios de comunicação social causa, por vezes, concepções erradas ao nível dos cidadãos- relação C-S.
11. A sociedade reconhece e premeia descobertas bem como trabalhos científicos que nela têm um impacto positivo.
12. Existe um ciclo C-T-S que compreende as relações biunívocas que se estabelecem entre a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade – relação C-T-S
13. Utilizações incorretas e efeitos secundários indesejados da ciência e da tecnologia têm desencadeado fortes reações da sociedade colocando-se frequentemente em causa a credibilidade da ciência e da tecnologia - relação C-T-S.
14. A exploração sensacionalista da ciência através dos meios de comunicação social causa, por vezes, atitudes negativas por parte dos cidadãos relativamente à ciência e à tecnologia.
15. As controvérsias sócio científicas são despoletadas pelos eventuais impactos sociais de inovações científicas e tecnológicas, que dividem tanto a comunidade científica como a sociedade em geral, envolvendo cientistas, decisores políticos e grupos de cidadãos.
16. Com a investigação científica e produção de conhecimento científico em determinadas áreas pretende-se, frequentemente, conquistar prestígio e supremacia políticos.



## Contexto instrucional – o que

### 1.2. INSTRUMENTO REFERENCIAL DAS CAPACIDADES METACIENTÍFICAS

---

#### CAPACIDADES DO DOMÍNIO COGNITIVO A DESENVOLVER NO ÂMBITO DE CADA DIMENSÃO DA CONSTRUÇÃO DA CIÊNCIA

*Segundo a taxonomia de Bloom revista por Anderson e Krathwool (2001)*

---

##### DIMENSÃO FILOSÓFICA

*Ciência enquanto processo dinâmico de construção do conhecimento que engloba metodologias diversas*

---

1. Saber que a ciência tem uma metodologia própria que engloba diversas etapas.
  2. Identificar as interações que se estabelecem entre as várias áreas do conhecimento científico.
  3. Compreender que cada ciência tem princípios e metodologia próprios.
  4. Manifestar capacidade de observação, identificando, à luz de um dado enquadramento teórico, os fenómenos no meio, os elementos físicos envolvidos nesses fenómenos, as suas relações de causalidade, e os mecanismos através dos quais a causalidade se estabelece.
  5. Identificar e formular um problema pertinente a partir da observação da realidade ou de um dado contexto teórico.
  6. Análise de informação, a partir da observação da realidade.
  7. Recolher e/ou organizar e/ou interpretar dados de natureza diversa.
  8. Pesquisar e/ou identificar e/ou sistematizar informação e/ou dados e/ou amostras relevantes para os fenómenos em estudo.
  9. Análise de informação e realização de inferências.
  10. Formular hipóteses em resposta a um dado problema, de forma mais ou menos orientada.
  11. Planear procedimentos investigativos/experimentais para testar hipóteses.
  12. Executar trabalho prático experimental/laboratorial/de campo, individualmente ou em equipa.
  13. Planear procedimentos investigativos/experimentais de forma orientada.
  14. Construir e/ou ensaiar e/ou analisar modelos.
  15. Cumprir as regras do trabalho prático experimental/laboratorial/de campo.
  16. Prever e/ou avaliar resultados.
  17. Interpretar resultados de trabalho prático experimental/laboratorial/de campo.
  18. Teorizar a partir da análise de dados/resultados investigativos/experimentais, estabelecendo comparações, realizando inferências, generalização e dedução.
-

- 
19. Interpretar e compreender leis e modelos científicos, reconhecendo as limitações da Ciência e da Tecnologia na resolução de problemas, individuais, sociais e ambientais.
  20. Interpretar dados/fenómenos e/ou fazer previsões à luz de princípios, leis e modelos científicos.
  21. Avaliar modelos científicos e/ou métodos de estudo, identificando as suas limitações na resolução de problemas.
  22. Analisar e debater relatos de descobertas científicas, confrontando modos de trabalho de diferentes cientistas, bem como as explicações científicas com as do senso comum.
  23. Confrontar diferentes perspectivas de interpretação científica ou diferentes modelos científicos, relacionando evidências e explicações, identificando pontos fortes e pontos fracos.
  24. Distinguir conhecimento do senso comum de conhecimento científico.
  25. Analisar a importância das controvérsias, geradas por novas perspectivas que questionam os conceitos e teorias estabelecidos, têm no desenvolvimento do conhecimento científico.
  26. Perspetivar a Ciência como um processo de construção de conhecimento marcado por episódios de rutura concetual e por uma constante reestruturação dos seus métodos, modelos e teorias.
  27. Perspetivar a pesquisa científica como uma forma de resolver ou propor a solução para um determinado problema.
  28. Identificar, para cada caso, os instrumentos de medida e/ou equipamentos e/ou técnicas específicos mais adequados.
  29. Perspetivar a ciência como a construção de conhecimento científico apoiado em trabalho prático/experimental, laboratorial e/ou de campo e na recolha de dados a partir da observação da realidade envolvente.
- 

### **DIMENSÃO HISTÓRICA**

#### *Ciência enquanto processo gradual de acumulação de conhecimentos*

---

1. Saber que o processo de construção da ciência é influenciado pelo contexto histórico, sociocultural, político e económico de cada época.
  2. Compreender a Ciência enquanto corpo de conhecimentos em evolução.
  3. Interpretar e compreender leis e modelos científicos, à luz do contexto social, político e económico da época em que surgiram.
  4. Confrontar e/ou contextualizar no tempo diferentes perspectivas de interpretação.
  5. Analisar dados recolhidos à luz de um determinado modelo teórico.
  6. Ponderar argumentos sobre assuntos controversos que surgiram ao longo dos tempos no âmbito do conhecimento científico.
  7. Argumentar com base em resultados de investigação divulgados.
  8. Apresentar resultados de pesquisa, de análise e de síntese.
  9. Expor e defender ideias recorrendo à argumentação.
-

- 
10. Analisar e debater relatos de descobertas científicas e de outros episódios da história da ciência.
  11. Utilizar corretamente a linguagem científica em situações diversas.
  12. Produzir textos escritos, orais ou apresentações onde se evidencie a estrutura lógica do texto em função da abordagem do assunto, mediante a interpretação de fontes de informação diversas com distinção entre o essencial e o acessório, a utilização de modos diferentes de representar essa informação, a utilização correta de regras de citação, a organização correta das referências bibliográficas.
  13. Pesquisar informação publicada acerca de assuntos determinados.
- 

### **DIMENSÃO PSICOLÓGICA**

#### *Características da personalidade dos cientistas*

---

1. Identificar qualidades e defeitos de carácter que influenciaram determinados processos de construção de conhecimento científico.
  2. Analisar dilemas desenvolvidos pelos cientistas em determinados processos de construção de conhecimento científico.
  3. Analisar formas de poder desencadeadas por determinadas descobertas científicas.
  4. Identificar fatores de motivação e de desmotivação dos cientistas em determinados processos de construção de conhecimento científico.
  5. Reformular o seu trabalho, questionando os resultados obtidos, aceitando o erro e a incerteza respeitando críticas.
  6. Avaliar o desenvolvimento e a validade de determinadas teorias ou modelos científicos em função das características psicológicas dos cientistas envolvidos.
  7. Avaliar os efeitos psicológicos da evolução de determinadas teorias e modelos científicos nos cientistas envolvidos.
  8. Perspetivar a ciência enquanto atividade humana, sujeita aos condicionalismos próprios dessa natureza.
- 

### **DIMENSÃO SOCIOLÓGICA INTERNA**

#### *Relações estabelecidas dentro da comunidade científica*

---

1. Avaliar a validade e a consistência de determinadas teorias em função dos fatores internos da comunidade científica que influenciaram a sua construção.
  2. Identificar relações de cooperação e de competição dentro da comunidade científica.
  3. Ponderar vantagens e desvantagens do trabalho dos cientistas em instituições científicas prestigiadas.
  4. Relacionar relações de cooperação e de competição dentro da comunidade científica com o curso de determinados processos de investigação científica.
  5. Relacionar a ocorrência de divergências no interior da comunidade científica com eventuais pressões económicas, políticas e sociais.
  6. Relacionar eventuais confrontos entre cientistas, ideias e teorias com o surgimento de novos dados.
  7. Analisar eventuais divergências e seus efeitos dentro da comunidade científica.
-

- 
8. Identificar trabalhos que serviram de base a determinadas teorias científicas.
  9. Compreender a importância do trabalho em equipa no domínio da investigação científica.
  10. Perspetivar a ciência como uma atividade exercida por uma comunidade científica, sujeita à análise e validação por parte dos pares.
- 

### **DIMENSÃO SOCIOLÓGICA EXTERNA**

*Relação biunívoca entre a ciência, a tecnologia e a sociedade*

---

1. Conhecer a existência de uma relação biunívoca entre a ciência, a tecnologia e a sociedade e/ou identificar situações concretas.
  2. Interpretar/Analisar/Avaliar a realidade envolvente na perspetiva da relação entre a ciência, a tecnologia, a sociedade e o ambiente/espécie humana.
  3. Interpretar/Analisar/Avaliar a realidade envolvente na perspetiva da relação entre a ciência e o ambiente/espécie humana.
  4. Participar ativamente em debates relativos a problemáticas que envolvam a Ciência, a Tecnologia, a Sociedade e o ambiente/espécie humana
  5. Formular opções de natureza ética, socioeconómica ou política relativamente a problemáticas decorrentes do impacto da ciência e da tecnologia na sociedade e no ambiente/espécie humana.
  6. Formular e debater argumentos para sustentar posições/opções relativas a questões que se prendem com as relações entre a ciência, a tecnologia, a sociedade e o ambiente/espécie humana.
  7. Utilizar o conhecimento científico numa perspetiva de cidadania (de forma autónoma, informada e construtiva) em situações que requerem a interação com a sociedade e o ambiente.
  8. Pesquisar informação e participar em debates sobre a forma como a ciência influencia a sociedade e vice-versa.
  9. Compreender implicações/efeitos/impactos (políticos, sociais, económicos e éticos) na sociedade, no ambiente/espécie humana dos avanços científicos.
  10. Relativamente a determinados avanços científicos, relacionar impactos negativos com impactos positivos na sociedade, no ambiente/espécie humana.
  11. Ponderar argumentos sobre assuntos do conhecimento científico socialmente controversos.
  12. Selecionar, analisar e avaliar informação sobre assuntos do conhecimento científico socialmente controversos.
  13. Analisar os meios através dos quais a sociedade condiciona os cientistas e a ciência, em situações concretas de determinadas descobertas científicas.
  14. Identificar avanços científicos que resultaram de pressões da sociedade sobre os cientistas.
  15. Identificar a contribuição do conhecimento científico para o desenvolvimento de determinadas tecnologias Identificar, em situações concretas, a forma através da qual a ciência condiciona a tecnologia e vice-versa Identificar e/ou explicar contributos da tecnologia para o desenvolvimento científico.
  16. Identificar tecnologias rentáveis e úteis cujo desenvolvimento resultou de pressões da sociedade sobre os cientistas.
  17. Identificar e/ou explicar casos concretos que ilustram a influência da tecnologia na sociedade e/ou no ambiente.
  18. Relativamente a determinadas tecnologias, relacionar impactos negativos com impactos positivos na sociedade e/ou no ambiente.
-

- 
19. Apresentar posições fundamentadas quanto ao papel da ciência e da tecnologia no âmbito da defesa e melhoria da qualidade de vida e do ambiente.
  20. Relacionar, de uma forma integrada, o conhecimento científico, a tecnologia e a sociedade.
  21. Selecionar, analisar, avaliar e apresentar informação em situações concretas da relação Ciência/Tecnologia/Sociedade.
  22. Apresentar posições fundamentadas quanto a questões concretas de índole técnico-científico e ao impacto destas na qualidade de vida e do ambiente.
  23. Compreender a importância da aplicação da ciência na sociedade e/ou no ambiente.
-

## Contexto instrucional – o que

1.3. CARACTERIZAÇÃO DE *O QUE* - CONHECIMENTOS METACIENTÍFICOS

## INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO DO GRAU DE CONCEPTUALIZAÇÃO DOS CONHECIMENTOS METACIENTÍFICOS

| Indicadores                                | Ausência de conhecimentos   | Conhecimentos de natureza factual  | Conhecimentos simples  | Conhecimentos complexos  | Temas unificadores ou ideias estruturantes e teorias   |
|--|---|--|--|--|--|
|  | <u>Grau 0</u>   | <u>Grau 1</u>  | <u>Grau 2</u>  | <u>Grau 3</u>  | <u>Grau 4</u>  |
| <b>Temas/Conteúdos</b>                     | Não são referidos conhecimentos metacientíficos relativos à dimensão filosófica da ciência.           | São referidos conhecimentos metacientíficos de natureza factual relativos à dimensão filosófica da ciência correspondentes a informação concreta, observável ou perceptível.                             | São referidos conhecimentos metacientíficos simples relativos à dimensão filosófica da ciência correspondentes a conceitos simples, com um nível de abstração baixo e características facilmente perceptíveis.                       | São referidos conhecimentos metacientíficos complexos relativos à dimensão filosófica da ciência correspondentes a conceitos complexos, com um nível de abstração alto e características não perceptíveis.                                   | São referidos conhecimentos metacientíficos complexos relativos à dimensão filosófica da ciência correspondentes a temas unificadores ou ideias estruturantes e teorias.   |
| <b>Finalidades/Objetivos /Competências</b> | Não é visada a aquisição de conhecimentos metacientíficos relativos à dimensão filosófica da ciência. | É visada a aquisição de conhecimentos metacientíficos de natureza factual relativos à dimensão filosófica da ciência tais como informação concreta, obtida através de dados observáveis ou perceptíveis. | É visada a aquisição de conceitos metacientíficos simples relativos à dimensão filosófica da ciência, ou seja, conceitos com um nível de abstração baixo, características e exemplos facilmente perceptíveis mediante contacto com a | É visada a aquisição de conceitos metacientíficos complexos relativos à dimensão filosófica da ciência, ou seja, conceitos com um nível de abstração alto, características e/ou exemplos não perceptíveis mediante contacto com a realidade. | É visada a aquisição de temas unificadores ou ideias estruturantes relativos à dimensão filosófica da ciência, ou seja, de generalizações e teorias acerca da natureza da ciência aceites pelos académicos dessa área. |

| <b>Indicadores</b>               | <b>Ausência de conhecimentos</b>   | <b>Conhecimentos de natureza factual</b>  | <b>Conhecimentos simples</b>   | <b>Conhecimentos complexos</b>  | <b>Temas unificadores ou ideias estruturantes e teorias</b>   |
|----------------------------------|--|---|--|---|---|
|                                  | <b><u>Grau 0</u></b>   | <b><u>Grau 1</u></b>  | <b><u>Grau 2</u></b>   | <b><u>Grau 3</u></b>  | <b><u>Grau 4</u></b>  |
|                                  |  |   | realidade.   |   |   |
| <b>Orientações metodológicas</b> | As estratégias/metodologias sugeridas não incidem em conhecimentos metacientíficos relativos à dimensão filosófica da ciência. | As estratégias/metodologias sugeridas incidem em conhecimentos metacientíficos de natureza factual relativos à dimensão filosófica da ciência tais como informação concreta, obtida através de dados observáveis ou perceptíveis. | As estratégias/metodologias sugeridas incidem em conceitos metacientíficos simples relativos à dimensão filosófica da ciência, ou seja, conceitos com um nível de abstração baixo, características e exemplos facilmente perceptíveis mediante contacto com a realidade. | As estratégias/metodologias sugeridas incidem em conceitos metacientíficos complexos relativos à dimensão filosófica da ciência, ou seja, conceitos com um nível de abstração alto, características e/ou exemplos não perceptíveis mediante contacto com a realidade. | As estratégias/metodologias sugeridas incidem em temas unificadores ou ideias estruturantes relativos à dimensão filosófica da ciência, ou seja, de generalizações e teorias acerca da natureza da ciência aceites pelos académicos dessa área. |
| <b>Atividades</b>                | Não requerem a mobilização de conhecimentos metacientíficos relativos à dimensão filosófica da ciência.                        | Requerem a mobilização de conhecimentos metacientíficos de natureza factual relativos à dimensão filosófica da ciência tais como informação concreta, obtida através de dados observáveis ou perceptíveis.                        | Requerem a mobilização de conceitos metacientíficos simples relativos à dimensão filosófica da ciência, ou seja, conceitos com um nível de abstração baixo, características e exemplos facilmente perceptíveis mediante contacto com a realidade.                        | Requerem a mobilização de conceitos metacientíficos complexos relativos à dimensão filosófica da ciência, ou seja, conceitos com um nível de abstração alto, características e/ou exemplos não perceptíveis mediante contacto com a realidade.                        | Requerem a mobilização de temas unificadores ou ideias estruturantes relativos à dimensão filosófica da ciência, ou seja, de generalizações e teorias acerca da natureza da ciência aceites pelos académicos dessa área.                        |

| <b>Indicadores</b>                 | <b>Ausência de conhecimentos</b>  | <b>Conhecimentos de natureza factual</b>   | <b>Conhecimentos simples</b>  | <b>Conhecimentos complexos</b>   | <b>Temas unificadores ou ideias estruturantes e teorias</b>  |
|------------------------------------|---|--|---|--|--|
|                                    | <b><u>Grau 0</u></b>  | <b><u>Grau 1</u></b>   | <b><u>Grau 2</u></b>  | <b><u>Grau 3</u></b>   | <b><u>Grau 4</u></b>   |
| <b>Avaliação</b>                   | O objeto de avaliação não envolve conhecimentos metacientíficos.                        | O objeto de avaliação envolve conhecimentos metacientíficos de natureza factual relativos à dimensão filosófica da ciência tais como informação concreta, obtida através de dados observáveis ou perceptíveis. | O objeto de avaliação envolve conceitos metacientíficos simples relativos à dimensão filosófica da ciência, ou seja, conceitos com um nível de abstração baixo, características e exemplos facilmente perceptíveis mediante contacto com a realidade. | O objeto de avaliação envolve conceitos metacientíficos complexos relativos à dimensão filosófica da ciência, ou seja, conceitos com um nível de abstração alto, características e/ou exemplos não perceptíveis mediante contacto com a realidade. | O objeto de avaliação envolve temas unificadores ou ideias estruturantes relativos à dimensão filosófica da ciência, ou seja, de generalizações e teorias acerca da natureza da ciência aceites pelos académicos dessa área. |
| <b>Esquemas/Diagramas /Imagens</b> | Não contemplam conhecimentos metacientíficos relativos à dimensão filosófica da ciência | Contemplam conhecimentos metacientíficos de natureza factual relativos à dimensão filosófica da ciência tais como informação concreta, obtida através de dados observáveis ou perceptíveis                     | Contemplam conceitos metacientíficos simples relativos à dimensão filosófica da ciência, ou seja, conceitos com um nível de abstração baixo, características e exemplos facilmente perceptíveis mediante observação da realidade                      | Contemplam conceitos metacientíficos complexos relativos à dimensão filosófica da ciência, ou seja, conceitos com um nível de abstração alto, características e/ou exemplos não perceptíveis mediante observação da realidade                      | Contemplam temas unificadores ou ideias estruturantes relativos à dimensão filosófica da ciência, ou seja, de generalizações e teorias acerca da natureza da ciência aceites pelos académicos dessa área                     |



## Contexto instrucional – o que

### 1.4. CARACTERIZAÇÃO DE O QUE - CAPACIDADES METACIENTÍFICAS

#### INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO GRAU DE CONCEPTUALIZAÇÃO DAS CAPACIDADES METACIENTÍFICAS

Os Graus 1, 2, 3, 4, 5 e 6 correspondem, numa ordem crescente de complexidade, a capacidades que implicam *Lembrar*, *Compreender*, *Aplicar*, *Analisar*, *Avaliar* e *Criar*, em conformidade com a Taxonomia de Bloom, revista por Anderson e Krathwohl (2001).

| Indicadores   | Grau 0  | Grau 1  | Grau 2  | Grau 3  | Grau 4   | Grau 5  | Grau 6  |
|---|---|---|---|---|--|---|---|
| <b>Temas/Conteúdos</b>                              | Não são contempladas capacidades relativas à dimensão filosófica da ciência.              | São contempladas capacidades ao nível do processo cognitivo <i>Lembrar</i> relativas à dimensão filosófica da ciência.              | São contempladas capacidades ao nível do processo cognitivo <i>Compreender</i> relativas à dimensão filosófica da ciência.              | São contempladas capacidades ao nível do processo cognitivo <i>Aplicar</i> relativas à dimensão filosófica da ciência.              | São contempladas capacidades ao nível do processo cognitivo <i>Analisar</i> relativas à dimensão filosófica da ciência.              | São contempladas capacidades ao nível do processo cognitivo <i>Avaliar</i> relativas à dimensão filosófica da ciência.              | São contempladas capacidades ao nível do processo cognitivo <i>Criar</i> relativas à dimensão filosófica da ciência.              |
| <b>Finalidades/<br/>Objetivos/<br/>Competências</b> | Não é visado o desenvolvimento de capacidades relativas à dimensão filosófica da ciência. | É visado o desenvolvimento de capacidades ao nível do processo cognitivo <i>Lembrar</i> relativas à dimensão filosófica da ciência. | É visado o desenvolvimento de capacidades ao nível do processo cognitivo <i>Compreender</i> relativas à dimensão filosófica da ciência. | É visado o desenvolvimento de capacidades ao nível do processo cognitivo <i>Aplicar</i> relativas à dimensão filosófica da ciência. | É visado o desenvolvimento de capacidades ao nível do processo cognitivo <i>Analisar</i> relativas à dimensão filosófica da ciência. | É visado o desenvolvimento de capacidades ao nível do processo cognitivo <i>Avaliar</i> relativas à dimensão filosófica da ciência. | É visado o desenvolvimento de capacidades ao nível do processo cognitivo <i>Criar</i> relativas à dimensão filosófica da ciência. |

| Indicadores                      | Grau 0   | Grau 1   | Grau 2   | Grau 3   | Grau 4  | Grau 5   | Grau 6   |
|----------------------------------|--|--|--|--|---|--|--|
| <b>Orientações metodológicas</b> | As estratégias/metodologias sugeridas não visam o desenvolvimento de capacidades relativas à dimensão filosófica da ciência. | As estratégias/metodologias sugeridas visam o desenvolvimento de capacidades ao nível do processo cognitivo <i>Lembrar</i> relativas à dimensão filosófica da ciência. | As estratégias/metodologias sugeridas visam o desenvolvimento de capacidades ao nível do processo cognitivo <i>Compreender</i> relativas à dimensão filosófica da ciência. | As estratégias/metodologias sugeridas visam o desenvolvimento de capacidades ao nível do processo cognitivo <i>Aplicar</i> relativas à dimensão filosófica da ciência. | As estratégias/metodologias sugeridas visam o desenvolvimento de capacidades ao nível do processo cognitivo <i>Analisar</i> relativas à dimensão filosófica da ciência. | As estratégias/metodologias sugeridas visam o desenvolvimento de capacidades ao nível do processo cognitivo <i>Avaliar</i> relativas à dimensão filosófica da ciência. | As estratégias/metodologias sugeridas visam o desenvolvimento de capacidades ao nível do processo cognitivo <i>Criar</i> relativas à dimensão filosófica da ciência. |
| <b>Atividades</b>                | Não requerem a mobilização de capacidades relativas à dimensão filosófica da ciência.  | Requerem a mobilização de capacidades ao nível do processo cognitivo <i>Lembrar</i> relativas à dimensão filosófica da ciência.  | Requerem a mobilização de capacidades ao nível do processo cognitivo <i>Compreender</i> relativas à dimensão filosófica da ciência.  | Requerem a mobilização de capacidades ao nível do processo cognitivo <i>Aplicar</i> relativas à dimensão filosófica da ciência.  | Requerem a mobilização de capacidades ao nível do processo cognitivo <i>Analisar</i> relativas à dimensão filosófica da ciência.  | Requerem a mobilização de capacidades ao nível do processo cognitivo <i>Avaliar</i> relativas à dimensão filosófica da ciência.  | Requerem a mobilização de capacidades ao nível do processo cognitivo <i>Criar</i> relativas à dimensão filosófica da ciência.  |

| Indicadores                            | Grau 0  | Grau 1  | Grau 2  | Grau 3  | Grau 4   | Grau 5   | Grau 6   |
|--|---|---|---|---|--|--|--|
| <b>Avaliação</b>                       | O objeto de avaliação não envolve capacidades relativas à dimensão filosófica da ciência. | O objeto de avaliação envolve capacidades ao nível do processo cognitivo<br>Lembrar relativas à dimensão filosófica da ciência. | O objeto de avaliação envolve capacidades ao nível do processo cognitivo<br>Lembrar relativas à dimensão filosófica da ciência. | O objeto de avaliação envolve capacidades ao nível do processo cognitivo<br>Aplicar relativas à dimensão filosófica da ciência. | O objeto de avaliação envolve capacidades ao nível do processo cognitivo<br>Analisar relativas à dimensão filosófica da ciência. | O objeto de avaliação envolve capacidades ao nível do processo cognitivo Avaliar relativas à dimensão filosófica da ciência. | O objeto de avaliação envolve capacidades ao nível do processo cognitivo Criar relativas à dimensão filosófica da ciência pelos académicos dessa área. |
| <b>Esquemas/<br/>Diagramas/Imagens</b> | Não são contempladas capacidades relativas à dimensão filosófica da ciência.              | São contempladas capacidades ao nível do processo cognitivo<br><i>Lembrar</i> relativas à dimensão filosófica da ciência.       | São contempladas capacidades ao nível do processo cognitivo<br><i>Compreender</i> relativas à dimensão filosófica da ciência.   | São contempladas capacidades ao nível do processo cognitivo <i>Aplicar</i> relativas à dimensão filosófica da ciência.          | São contempladas capacidades ao nível do processo cognitivo <i>Analisar</i> relativas à dimensão filosófica da ciência.          | São contempladas capacidades ao nível do processo cognitivo <i>Avaliar</i> relativas à dimensão filosófica da ciência.       | São contempladas capacidades ao nível do processo cognitivo <i>Criar</i> relativas à dimensão filosófica da ciência.                                   |

## Contexto instrucional – o como

### *Relação entre discursos*

## 1.5. RELAÇÃO ENTRE CONHECIMENTOS METACIENTÍFICOS E CONHECIMENTOS CIENTÍFICOS

### INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO

| Indicadores   | C <sup>++</sup>  | C <sup>+</sup>  | C <sup>-</sup>  | C <sup>-</sup>  |
|---|--|---|---|---|
| <b>Temas/<br/>Conteúdos</b>                         | Contemplam apenas conhecimentos científicos.           | Contemplam quer conhecimentos científicos, quer conhecimentos metacientíficos, mas não a relação entre estes e os conhecimentos científicos.<br><br>(Contempla também os casos em que estão presentes apenas conhecimentos metacientíficos)                                       | Contemplam conhecimentos metacientíficos e também relações entre estes e os conhecimentos científicos, sendo conferido a estes últimos maior estatuto nessa relação.                            | Contemplam conhecimentos metacientíficos e também relações entre estes e os conhecimentos científicos, sendo conferido a estes dois tipos de conhecimentos igual estatuto nessa relação.                            |
| <b>Finalidades/<br/>Objetivos/<br/>Competências</b> | Visam a aquisição apenas de conhecimentos científicos. | Visam a aquisição quer de conhecimentos científicos, quer de conhecimentos metacientíficos, mas não o estabelecimento de relações entre estes dois tipos de conhecimentos.<br><br>(Contempla também os casos em que é visada a aquisição apenas de conhecimentos metacientíficos) | Visam a aquisição de conhecimentos metacientíficos e também o estabelecimento de relações entre estes e os conhecimentos científicos, prevendo maior estatuto para estes últimos nessa relação. | Visam a aquisição de conhecimentos metacientíficos e também o estabelecimento de relações entre estes e os conhecimentos científicos, prevendo igual estatuto para estes dois tipos de conhecimentos nessa relação. |

| Indicadores                      | C <sup>++</sup>   | C <sup>+</sup>  | C <sup>-</sup>  | C <sup>- -</sup>  |
|----------------------------------|---|---|---|---|
| <b>Orientações metodológicas</b> | As estratégias/ metodologias sugeridas incidem apenas em conhecimentos científicos. | As estratégias/ metodologias sugeridas incidem quer em conhecimentos científicos, quer em conhecimentos metacientíficos, mas não há o estabelecimento de relações entre eles.<br><br>(Contempla também os casos em que incidem apenas em conhecimentos metacientíficos)     | As estratégias/ metodologias visam relações entre conhecimentos metacientíficos e conhecimentos científicos, sendo conferido a estes últimos maior estatuto nessa relação.          | As estratégias/ metodologias visam relações entre conhecimentos metacientíficos e conhecimentos científicos, sendo conferido a estes dois tipos de conhecimentos igual estatuto nessa relação.          |
| <b>Avaliação</b>                 | O objeto de avaliação envolve apenas conhecimentos científicos.                     | O objeto de avaliação envolve quer conhecimentos científicos, quer conhecimentos metacientíficos, mas não há o estabelecimento de relações entre eles.<br><br>(Contempla também os casos em que envolve apenas conhecimentos metacientíficos)                               | O objeto de avaliação envolve relações entre conhecimentos metacientíficos e conhecimentos científicos, mas centra-se nestes últimos.   | O objeto de avaliação envolve relações entre conhecimentos metacientíficos e conhecimentos científicos, conferindo igual estatuto a estes dois tipos de conhecimentos.                                  |
| <b>Atividades</b>                | As atividades requerem a mobilização apenas de conhecimentos científicos.           | As atividades requerem a mobilização, quer de conhecimentos científicos, quer de conhecimentos metacientíficos, mas não o estabelecimento de relações entre estes dois tipos de conhecimentos.<br><br>(Contempla também os casos em que é requerida a mobilização apenas de | As atividades requerem o estabelecimento de relações entre conhecimentos metacientíficos e conhecimentos científicos, sendo conferido a estes últimos maior estatuto nessa relação. | As atividades requerem o estabelecimento de relações entre conhecimentos metacientíficos e conhecimentos científicos, sendo conferido a estes dois tipos de conhecimentos igual estatuto nessa relação. |

| Indicadores                                 | C <sup>++</sup>                              | C <sup>+</sup>  | C <sup>-</sup>   | C <sup>- -</sup>   |
|---|--|---|--|--|
|   |  | conhecimentos metacientíficos)  |  |  |
| <b>Esquemas/<br/>Diagramas/<br/>Imagens</b> | Contemplam apenas conhecimentos científicos. | Contemplam quer conhecimentos científicos, quer conhecimentos metacientíficos, mas não a relação entre estes e os conhecimentos científicos.<br><br>(Contempla também os casos em que estão presentes apenas conhecimentos metacientíficos) | Contemplam conhecimentos metacientíficos e também relações entre estes e os conhecimentos científicos, sendo conferido a estes últimos maior estatuto nessa relação. | Contemplam conhecimentos metacientíficos e também relações entre estes e os conhecimentos científicos, sendo conferido a estes dois tipos de conhecimentos igual estatuto nessa relação. |

## Contexto instrucional – o como

*Relação entre agências/sujeitos – Regras discursivas*  
*Relações Ministério da Educação-professor-autor de manuais*

### 1.6. REGRA DISCURSIVA ‘CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO’ – O QUE (dimensão filosófica da ciência)

#### INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO DO GRAU DE EXPLICITAÇÃO DE O QUE

| Indicadores                                | E <sup>++</sup>   | E <sup>+</sup>  | E <sup>-</sup>   | E <sup>-</sup>  |
|--|---|---|--|---|
| <b>Temas / Conteúdos</b>                   | Os conteúdos relativos à dimensão filosófica da ciência são apresentados.<br>É explicada a sua importância no âmbito do ensino/aprendizagem da metaciência, sendo também referida que é essa a perspectiva do programa.                                   | Os conteúdos relativos à dimensão filosófica da ciência são apresentados.<br>É explicada a sua importância no âmbito do ensino/aprendizagem da metaciência, sem referir que é essa a perspectiva do programa.                                   | Os conteúdos relativos à dimensão filosófica da ciência são apresentados.<br>Não é explicada a sua importância no âmbito do ensino/aprendizagem da metaciência, nem é referida que é essa a perspectiva do programa.                                   | Os conteúdos relativos à dimensão filosófica da ciência são referidos.<br>Não é explicada a sua importância no âmbito do ensino/aprendizagem da metaciência, nem é referida que é essa a perspectiva do programa.                                   |
| <b>Finalidades/Objetivos/ Competências</b> | Contemplam a aprendizagem de conteúdos relativos à dimensão filosófica da ciência, sendo estes apresentados.<br>É explicada a sua importância no âmbito do ensino/aprendizagem da metaciência, sendo também referida que é essa a perspectiva do programa | Contemplam a aprendizagem de conteúdos relativos à dimensão filosófica da ciência, sendo estes apresentados.<br>É explicada a sua importância no âmbito do ensino/aprendizagem da metaciência, sem referir que é essa a perspectiva do programa | Contemplam a aprendizagem de conteúdos relativos à dimensão filosófica da ciência, sendo estes apresentados.<br>Não é explicada a sua importância no âmbito do ensino/aprendizagem da metaciência, nem é referida que é essa a perspectiva do programa | Contemplam a aprendizagem de conteúdos relativos à dimensão filosófica da ciência, sendo estes referidos.<br>Não é explicada a sua importância no âmbito do ensino/aprendizagem da metaciência, nem é referida que é essa a perspectiva do programa |

| Indicadores                      | E <sup>++</sup>   | E <sup>+</sup>  | E <sup>-</sup>   | E <sup>-</sup>  |
|----------------------------------|---|---|--|---|
| <b>Orientações metodológicas</b> | <p>As propostas de estratégias/metodologias contemplam a aprendizagem de conteúdos relativos à dimensão filosófica da ciência, sendo estes apresentados.</p> <p>É explicada a sua importância no âmbito do ensino/aprendizagem da metaciência, sendo também referida que é essa a perspetiva do programa.</p> | <p>As propostas de estratégias/metodologias contemplam a aprendizagem de conteúdos relativos à dimensão filosófica da ciência, sendo estes apresentados.</p> <p>É explicada a sua importância no âmbito do ensino/aprendizagem da metaciência, sem referir que é essa a perspetiva do programa.</p> | <p>As propostas de estratégias/metodologias contemplam a aprendizagem de conteúdos relativos à dimensão filosófica da ciência, sendo estes apresentados.</p> <p>Não é explicada a sua importância no âmbito do ensino/aprendizagem da metaciência, nem é referida que é essa a perspetiva do programa.</p> | <p>As propostas de estratégias/metodologias contemplam a aprendizagem de conteúdos relativos à dimensão filosófica da ciência, sendo estes referidos.</p> <p>Não é explicada a sua importância no âmbito do ensino/aprendizagem da metaciência, nem é referida que é essa a perspetiva do programa.</p> |
| <b>Atividades</b>                | <p>As propostas de atividades contemplam conteúdos relativos à dimensão filosófica da ciência, sendo estes apresentados.</p> <p>É explicada a sua importância no âmbito do ensino/aprendizagem da metaciência, sendo também referida que é essa a perspetiva do programa.</p>                                 | <p>As propostas de atividades contemplam conteúdos relativos à dimensão filosófica da ciência, sendo estes apresentados.</p> <p>É explicada a sua importância no âmbito do ensino/aprendizagem da metaciência, sem referir que é essa a perspetiva do programa.</p>                                 | <p>As propostas de atividades contemplam conteúdos relativos à dimensão filosófica da ciência, sendo estes apresentados.</p> <p>Não é explicada a sua importância no âmbito do ensino/aprendizagem da metaciência, nem é referida que é essa a perspetiva do programa.</p>                                 | <p>As propostas de atividades contemplam conteúdos relativos à dimensão filosófica da ciência, sendo estes referidos.</p> <p>Não é explicada a sua importância no âmbito do ensino/aprendizagem da metaciência, nem é referida que é essa a perspetiva do programa.</p>                                 |
| <b>Avaliação</b>                 | <p>Preveem a avaliação de conteúdos relativos à dimensão filosófica da ciência, sendo estes apresentados.</p> <p>É explicada a sua importância no âmbito do</p>   | <p>Preveem a avaliação de conteúdos relativos à dimensão filosófica da ciência, sendo estes apresentados.</p> <p>É explicada a sua importância no âmbito do</p>   | <p>Preveem a avaliação de conteúdos relativos à dimensão filosófica da ciência, sendo estes apresentados.</p> <p>Não é explicada a sua importância no âmbito do</p>  | <p>Preveem a avaliação de conteúdos relativos à dimensão filosófica da ciência, sendo estes referidos.</p> <p>Não é explicada a sua importância no âmbito do ensino/aprendizagem da</p>   |



| Indicadores                            | E <sup>++</sup>  | E <sup>+</sup>   | E <sup>-</sup>  | E <sup>--</sup>  |
|--|--|--|---|--|
|  | ensino/aprendizagem da metaciência, sendo também referida que é essa a perspectiva do programa.  | ensino/aprendizagem da metaciência, sem referir que é essa a perspectiva do programa.  | ensino/aprendizagem da metaciência, nem é referida que é essa a perspectiva do programa.  | metaciência, nem é referida que é essa a perspectiva do programa.  |
| <b>Esquemas/Diagramas/<br/>Imagens</b> | Contemplam conteúdos relativos à dimensão filosófica da ciência, sendo estes apresentados.<br>É explicada a sua importância no âmbito do ensino/aprendizagem da metaciência, sendo também referida que é essa a perspectiva do programa. | Contemplam conteúdos relativos à dimensão filosófica da ciência, sendo estes apresentados.<br>É explicada a sua importância no âmbito do ensino/aprendizagem da metaciência, sem referir que é essa a perspectiva do programa. | Contemplam conteúdos relativos à dimensão filosófica da ciência, sendo estes apresentados.<br>Não é explicada a sua importância no âmbito do ensino/aprendizagem da metaciência, nem é referida que é essa a perspectiva do programa. | Contemplam conteúdos relativos à dimensão filosófica da ciência, sendo estes referidos.<br>Não é explicada a sua importância no âmbito do ensino/aprendizagem da metaciência, nem é referida que é essa a perspectiva do programa. |

*Nota:* Para cada um dos graus de enquadramento contemplados neste modelo foram elaborados descritores semelhantes, adaptados a cada uma das outras dimensões da construção da ciência – histórica, psicológica e sociológica (interna e externa), com referência a cada indicador.

**Contexto instrucional – o como**  
*Relação entre agências/sujeitos – Regras discursivas*  
*Relações Ministério da Educação-professor-autor de manuais*

**1.7. REGRA DISCURSIVA ‘CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO’ - O COMO** (*Relações entre conhecimentos científicos e metacientíficos*)

**INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO DO GRAU DE EXPLICITACÃO DE O COMO**

| Indicadores                               | E <sup>++</sup>   | E <sup>+</sup>  | E <sup>-</sup>   | E <sup>- -</sup>  |
|---|---|---|--|---|
| <b>Temas/Conteúdos</b>                    | As relações entre conhecimentos científicos e metacientíficos são apresentadas.<br>É explicada a sua importância no âmbito do ensino/aprendizagem da metaciência, sendo também referida que é essa a perspectiva do programa                                  | As relações entre conhecimentos científicos e metacientíficos são apresentadas.<br>É explicada a sua importância no âmbito do ensino/aprendizagem da metaciência, sem referir que é essa a perspectiva do programa                                  | As relações entre conhecimentos científicos e metacientíficos são apresentadas.<br>Não é explicada a sua importância no âmbito do ensino/aprendizagem da metaciência, nem é referida que é essa a perspectiva do programa                                  | As relações entre conhecimentos científicos e metacientíficos são referidas.<br>Não é explicada a sua importância no âmbito do ensino/aprendizagem da metaciência, nem é referida que é essa a perspectiva do programa                                  |
| <b>Finalidades/Objetivos/Competências</b> | Visam o estabelecimento de relações entre conhecimentos científicos e metacientíficos, sendo estas apresentadas.<br>É explicada a sua importância no âmbito do ensino/aprendizagem da metaciência, sendo também referida que é essa a perspectiva do programa | Visam o estabelecimento de relações entre conhecimentos científicos e metacientíficos, sendo estas apresentadas.<br>É explicada a sua importância no âmbito do ensino/aprendizagem da metaciência, sem referir que é essa a perspectiva do programa | Visam o estabelecimento de relações entre conhecimentos científicos e metacientíficos, sendo estas apresentadas.<br>Não é explicada a sua importância no âmbito do ensino/aprendizagem da metaciência, nem é referida que é essa a perspectiva do programa | Visam o estabelecimento de relações entre conhecimentos científicos e metacientíficos, sendo estas referidas.<br>Não é explicada a sua importância no âmbito do ensino/aprendizagem da metaciência, nem é referida que é essa a perspectiva do programa |

| <b>Indicadores</b>               | <b>E<sup>++</sup></b>   | <b>E<sup>+</sup></b>  | <b>E<sup>-</sup></b>   | <b>E<sup>--</sup></b>   |
|----------------------------------|---|---|--|---|
| <b>Orientações metodológicas</b> | As propostas de estratégias/metodologias contemplam o estabelecimento de relações entre conhecimentos científicos e metacientíficos, sendo estas apresentadas.<br><br>É explicada a sua importância no âmbito do ensino/aprendizagem da metaciência, sendo também referida que é essa a perspetiva do programa. | As propostas de estratégias/metodologias contemplam o estabelecimento de relações entre conhecimentos científicos e metacientíficos, sendo estas apresentadas.<br><br>É explicada a sua importância no âmbito do ensino/aprendizagem da metaciência, sem referir que é essa a perspetiva do programa. | As propostas de estratégias/metodologias contemplam o estabelecimento de relações entre conhecimentos científicos e metacientíficos, sendo estas apresentadas.<br><br>Não é explicada a sua importância no âmbito do ensino/aprendizagem da metaciência, nem é referida que é essa a perspetiva do programa. | As propostas de estratégias/metodologias contemplam o estabelecimento de relações entre conhecimentos científicos e metacientíficos, sendo estas referidas.<br><br>Não é explicada a sua importância no âmbito do ensino/aprendizagem da metaciência, nem é referida que é essa a perspetiva do programa. |
| <b>Atividades</b>                | Contemplam o estabelecimento de relações entre conhecimentos científicos e metacientíficos, sendo estas apresentadas.<br><br>É explicada a sua importância no âmbito do ensino/aprendizagem da metaciência, sendo também referida que é essa a perspetiva do programa.  | Contemplam o estabelecimento de relações entre conhecimentos científicos e metacientíficos, sendo estas apresentadas.<br><br>É explicada a sua importância no âmbito do ensino/aprendizagem da metaciência, sem referir que é essa a perspetiva do programa.  | Contemplam o estabelecimento de relações entre conhecimentos científicos e metacientíficos, sendo estas apresentadas.<br><br>Não é explicada a sua importância no âmbito do ensino/aprendizagem da metaciência, nem é referida que é essa a perspetiva do programa.  | Contemplam o estabelecimento de relações entre conhecimentos científicos e metacientíficos, sendo estas referidas.<br><br>Não é explicada a sua importância no âmbito do ensino/aprendizagem da metaciência, nem é referida que é essa a perspetiva do programa.  |
| <b>Avaliação</b>                 | O objeto de avaliação envolve relações entre conhecimentos científicos e metacientíficos, sendo estas apresentadas.<br><br>É explicada a sua importância no âmbito do ensino/aprendizagem da  | O objeto de avaliação envolve relações entre conhecimentos científicos e metacientíficos, sendo estas apresentadas.<br><br>É explicada a sua importância no âmbito do ensino/aprendizagem da  | O objeto de avaliação envolve relações entre conhecimentos científicos e metacientíficos, sendo estas apresentadas.<br><br>Não é explicada a sua importância no âmbito do ensino/aprendizagem da   | O objeto de avaliação envolve relações entre conhecimentos científicos e metacientíficos, sendo estas referidas.<br><br>Não é explicada a sua importância no âmbito do ensino/aprendizagem da   |

| Indicadores                            | $E^{++}$  | $E^{+}$   | $E^{-}$  | $E^{--}$  |
|--|---|---|--|---|
|  | metaciência, sendo também referida que é essa a perspectiva do programa.  | metaciência, sem referir que é essa a perspectiva do programa.  | metaciência, nem é referida que é essa a perspectiva do programa.  | metaciência, nem é referida que é essa a perspectiva do programa.   |
| <b>Esquemas/Diagramas/<br/>Imagens</b> | <p>Contemplam relações entre conhecimentos científicos e metacientíficos, sendo estas apresentadas.</p> <p>É explicada a sua importância no âmbito do ensino/aprendizagem da metaciência, sendo também referida que é essa a perspectiva do programa.</p> | <p>Contemplam relações entre conhecimentos científicos e metacientíficos, sendo estas apresentadas.</p> <p>É explicada a sua importância no âmbito do ensino/aprendizagem da metaciência, sem referir que é essa a perspectiva do programa.</p> | <p>Contemplam relações entre conhecimentos científicos e metacientíficos, sendo estas apresentadas.</p> <p>Não é explicada a sua importância no âmbito do ensino/aprendizagem da metaciência, nem é referida que é essa a perspectiva do programa.</p> | <p>Contemplam relações entre conhecimentos científicos e metacientíficos, sendo estas referidas.</p> <p>Não é explicada a sua importância no âmbito do ensino/aprendizagem da metaciência, nem é referida que é essa a perspectiva do programa.</p> |

## **APÊNDICE 2**

### **Tabelas gerais da análise do programa**



## ANÁLISE DO PROGRAMA DE BIOLOGIA E GEOLOGIA DO ENSINO SECUNDÁRIO

### Contexto instrucional – o que e o como

#### 2.1. COMPONENTE DE BIOLOGIA – ORIENTAÇÕES GERAIS

| Unidades de análise | Indicador                          | Análise por UA                     |  |                                      |                                  |                                  |                                   |
|---------------------|------------------------------------|------------------------------------|--|--------------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|
|                     |                                    | <i>O que</i>                       |  |                                      | <i>O como</i>                    |                                  |                                   |
|                     |                                    | Dimensões da construção da ciência | Grau de complexidade dos conhecimentos | Grau de complexidade das capacidades | Intra-disciplinaridade CC-CM (C) | Critérios de avaliação o que (E) | Critérios de avaliação o como (E) |
| UA1                 | Finalidades/Objetivos/Competências | DF<br>DP<br>DSI<br>DSE             | 2<br>3<br>2<br>0                       | 2<br>2<br>2<br>6                     | C <sup>+</sup>                   | E <sup>-</sup>                   | a)                                |
| UA2                 | Finalidades/Objetivos/Competências | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>++</sup>                  | E <sup>++</sup>                  | E <sup>++</sup>                   |
| UA3                 | Finalidades/Objetivos/Competências | DF<br>DP<br>DSI                    | 0<br>0<br>0                            | 6<br>2<br>2                          | b)                               | E <sup>+</sup>                   | b)                                |
| UA4                 | Finalidades/Objetivos/Competências | DF                                 | 0                                      | 6                                    | b)                               | E <sup>-</sup>                   | b)                                |
| UA7                 | Finalidades/Objetivos/Competências | DF                                 | 3                                      | 0                                    | C <sup>+</sup>                   | E <sup>-</sup>                   | a)                                |
| UA10                | Temas/Conteúdos                    | DH                                 | 3                                      | 0                                    | C <sup>+</sup>                   | E <sup>-</sup>                   | b)                                |
| UA11                | Temas/Conteúdos                    | DF                                 | 3                                      | 0                                    | C <sup>+</sup>                   | E <sup>-</sup>                   | a)                                |
| UA12                | Orientações metodológicas          | DF                                 | 0                                      | 6                                    | b)                               | E <sup>-</sup>                   | b)                                |

*Legenda:* CC- conhecimentos científicos; CM - conhecimentos metacientíficos; C – Classificação; E – Enquadramento; DF – dimensão filosófica; DH – dimensão histórica; DP – dimensão psicológica; DSI – dimensão sociológica interna; DSE – dimensão sociológica externa; UA – Unidade de análise; a) a UA contempla conhecimentos metacientíficos mas não as relações entre estes e os conhecimentos científicos (*o como*), pelo que não é considerada em termos do enquadramento de *o como* (critérios de avaliação de *o como*); b) A UA não contempla conhecimentos metacientíficos, pelo que não é considerada para a avaliação da intradisciplinaridade entre conhecimentos científicos e metacientíficos (*o como* avaliado em termos de classificação entre CC e CM) nem do enquadramento de *o como* (critérios de avaliação de *o como*).

*Nota:* As unidades de análise são apresentadas pela ordem em que estão no programa.



## 2.2. COMPONENTE DE BIOLOGIA – ORIENTAÇÕES ESPECÍFICAS

| Unidades de análise | Indicador                          | Análise por UA                     |  |                                      |                                  |   |  |
|---------------------|------------------------------------|------------------------------------|--|--------------------------------------|----------------------------------|---|--|
|                     |                                    | <i>O que</i>                       |  |                                      | <i>O como</i>                    |   |  |
|                     |                                    | Dimensões da construção da ciência | Grau de complexidade dos conhecimentos | Grau de complexidade das capacidades | Intra-disciplinaridade CC-CM (C) | CrITÉRIOS de avaliação <i>o que</i> (E) | CrITÉRIOS de avaliação <i>o como</i> (E) |
| UA11                | Orientações metodológicas          | DF                                 | 0                                      | 3                                    | b)                               | E <sup>+</sup>                          | b)                                       |
| UA15                | Finalidades/Objetivos/Competências | DF                                 | 0                                      | 6                                    | b)                               | E <sup>++</sup>                         | b)                                       |
| UA16                | Finalidades/Objetivos/Competências | DF                                 | 0                                      | 5                                    | b)                               | E <sup>++</sup>                         | b)                                       |
| UA17                | Finalidades/Objetivos/Competências | DF                                 | 0                                      | 3                                    | b)                               | E <sup>++</sup>                         | b)                                       |
| UA20                | Finalidades/Objetivos/Competências | DF                                 | 0                                      | 3                                    | b)                               | E <sup>++</sup>                         | b)                                       |
| UA21                | Finalidades/Objetivos/Competências | DF                                 | 0                                      | 4                                    | b)                               | E <sup>++</sup>                         | b)                                       |
| UA24                | Finalidades/Objetivos/Competências | DF                                 | 2                                      | 0                                    | b)                               | E <sup>++</sup>                         | b)                                       |
| UA25                | Finalidades/Objetivos/Competências | DF                                 | 0                                      | 3                                    | b)                               | E <sup>++</sup>                         | b)                                       |
| UA40                | Orientações metodológicas          | DF                                 | 0                                      | 3                                    | b)                               | E <sup>-</sup>                          | b)                                       |
| UA41                | Orientações metodológicas          | DF                                 | 0                                      | 3                                    | b)                               | E <sup>-</sup>                          | b)                                       |
| UA42                | Orientações metodológicas          | DF                                 | 0                                      | 4                                    | b)                               | E <sup>+</sup>                          | b)                                       |
| UA51                | Finalidades/Objetivos/Competências | DF                                 | 0                                      | 6                                    | b)                               | E <sup>++</sup>                         | b)                                       |
| UA52                | Finalidades/Objetivos/Competências | DF                                 | 0                                      | 4                                    | b)                               | E <sup>-</sup>                          | b)                                       |
| UA53                | Finalidades/Objetivos/Competências | DF                                 | 0                                      | 4                                    | b)                               | E <sup>++</sup>                         | b)                                       |
| UA55                | Finalidades/Objetivos/Competências | DF                                 | 0                                      | 4                                    | b)                               | E <sup>++</sup>                         | b)                                       |
| UA56                | Finalidades/Objetivos/Competências | DF                                 | 0                                      | 4                                    | b)                               | E <sup>-</sup>                          | b)                                       |

| Unidades de análise | Indicador                          | Análise por UA                     |  |                                      |                                  |   |  |
|---------------------|------------------------------------|------------------------------------|--|--------------------------------------|----------------------------------|---|--|
|                     |                                    | <i>O que</i>                       |  |                                      | <i>O como</i>                    |   |  |
|                     |                                    | Dimensões da construção da ciência | Grau de complexidade dos conhecimentos | Grau de complexidade das capacidades | Intra-disciplinaridade CC-CM (C) | CrITÉRIOS de avaliação <i>o que</i> (E) | CrITÉRIOS de avaliação <i>o como</i> (E) |
| UA70                | Temas/conteúdos                    | DF                                 | 0                                      | 0                                    | C <sup>+</sup>                   | E <sup>--</sup>                         | a)                                       |
| UA76                | Orientações metodológicas          | DF                                 | 0                                      | 4                                    | b)                               | E <sup>-</sup>                          | b)                                       |
| UA77                | Orientações metodológicas          | DF                                 | 0                                      | 4                                    | b)                               | E <sup>+</sup>                          | b)                                       |
| UA78                | Orientações metodológicas          | DF                                 | 0                                      | 6                                    | b)                               | E <sup>-</sup>                          | b)                                       |
| UA79                | Orientações metodológicas          | DF                                 | 0                                      | 6                                    | b)                               | E <sup>-</sup>                          | b)                                       |
| UA80                | Orientações metodológicas          | DF                                 | 0                                      | 5                                    | b)                               | E <sup>-</sup>                          | b)                                       |
| UA89                | Finalidades/Objetivos/Competências | DF                                 | 0                                      | 6                                    | b)                               | E <sup>--</sup>                         | b)                                       |
| UA90                | Finalidades/Objetivos/Competências | DF                                 | 0                                      | 4                                    | b)                               | E <sup>-</sup>                          | b)                                       |
| UA91                | Finalidades/Objetivos/Competências | DF                                 | 0                                      | 4                                    | b)                               | E <sup>-</sup>                          | b)                                       |
| UA96                | Finalidades/Objetivos/Competências | DSE                                | 2                                      | 0                                    | C <sup>+</sup>                   | E <sup>-</sup>                          | a)                                       |
| UA111               | Orientações metodológicas          | DF                                 | 0                                      | 4                                    | b)                               | E <sup>+</sup>                          | b)                                       |
| UA112               | Orientações metodológicas          | DF                                 | 0                                      | 3                                    | b)                               | E <sup>+</sup>                          | b)                                       |
| UA114               | Orientações metodológicas          | DF                                 | 0                                      | 3                                    | b)                               | E <sup>-</sup>                          | b)                                       |
| UA124               | Finalidades/Objetivos/Competências | DF                                 | 0                                      | 6                                    | b)                               | E <sup>--</sup>                         | b)                                       |
| UA125               | Finalidades/Objetivos/Competências | DF                                 | 0                                      | 4                                    | b)                               | E <sup>-</sup>                          | b)                                       |
| UA128               | Finalidades/Objetivos/Competências | DF                                 | 0                                      | 4                                    | b)                               | E <sup>-</sup>                          | b)                                       |
| UA131               | Finalidades/Objetivos/Competências | DSE                                | 2                                      | 0                                    | C <sup>--</sup>                  | E <sup>--</sup>                         | E <sup>--</sup>                          |

| Unidades de análise | Indicador                          | Análise por UA                     |  |                                      |                                  |   |  |
|---------------------|------------------------------------|------------------------------------|--|--------------------------------------|----------------------------------|---|--|
|                     |                                    | <i>O que</i>                       |  |                                      | <i>O como</i>                    |   |  |
|                     |                                    | Dimensões da construção da ciência | Grau de complexidade dos conhecimentos | Grau de complexidade das capacidades | Intra-disciplinaridade CC-CM (C) | Critérios de avaliação <i>o que</i> (E) | Critérios de avaliação <i>o como</i> (E) |
| UA146               | Orientações metodológicas          | DF                                 | 0                                      | 3                                    | b)                               | E <sup>-</sup>                          | b)                                       |
| UA147               | Orientações metodológicas          | DF                                 | 0                                      | 4                                    | b)                               | E <sup>-</sup>                          | b)                                       |
| UA148               | Orientações metodológicas          | DSE                                | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                   | E <sup>-</sup>                          | E <sup>-</sup>                           |
| UA149               | Orientações metodológicas          | DF                                 | 0                                      | 4                                    | b)                               | E <sup>-</sup>                          | b)                                       |
| UA157               | Finalidades/Objetivos/Competências | DF                                 | 0                                      | 4                                    | b)                               | E <sup>-</sup>                          | b)                                       |
| UA162               | Finalidades/Objetivos/Competências | DF                                 | 0                                      | 6                                    | b)                               | E <sup>++</sup>                         | b)                                       |
| UA163               | Finalidades/Objetivos/Competências | DF                                 | 0                                      | 4                                    | b)                               | E <sup>-</sup>                          | b)                                       |
| UA165               | Finalidades/Objetivos/Competências | DF                                 | 0                                      | 5                                    | b)                               | E <sup>-</sup>                          | b)                                       |
| UA180               | Orientações metodológicas          | DF                                 | 0                                      | 4                                    | b)                               | E <sup>-</sup>                          | b)                                       |
| UA181               | Orientações metodológicas          | DF                                 | 0                                      | 6                                    | b)                               | E <sup>-</sup>                          | b)                                       |
| UA182               | Orientações metodológicas          | DF                                 | 0                                      | 4                                    | b)                               | E <sup>-</sup>                          | b)                                       |

*Legenda:* CC- conhecimentos científicos; CM - conhecimentos metacientíficos; C – Classificação; E – Enquadramento; DF – dimensão filosófica; DH – dimensão histórica; DP – dimensão psicológica; DSI – dimensão sociológica interna; DSE – dimensão sociológica externa; UA – Unidade de análise; a) a UA contempla conhecimentos metacientíficos mas não as relações entre estes e os conhecimentos científicos (*o como*), pelo que não é considerada em termos do enquadramento de *o como* (critérios de avaliação de *o como*); b) A UA não contempla conhecimentos metacientíficos, pelo que não é considerada para a avaliação da intradisciplinaridade entre conhecimentos científicos e metacientíficos (*o como* avaliado em termos de classificação entre CC e CM) nem do enquadramento de *o como* (critérios de avaliação de *o como*).

*Nota:* As unidades de análise são apresentadas pela ordem em que estão no programa.

### 2.3. COMPONENTE DE GEOLOGIA – ORIENTAÇÕES GERAIS

| Unidades de análise | Indicador                          | Análise por UA                     |   |                                      |                                  |   |  |
|---------------------|------------------------------------|------------------------------------|---|--------------------------------------|----------------------------------|---|--|
|                     |                                    | <i>O que</i>                       |   |                                      | <i>O como</i>                    |   |  |
|                     |                                    | Dimensões da construção da ciência | Grau de complexidade dos conhecimentos              | Grau de complexidade das capacidades | Intra-disciplinaridade CC-CM (C) | CrITÉrios de avaliação <i>o que</i> (E) | CrITÉrios de avaliação <i>o como</i> (E) |
| UA4                 | Temas/Conteúdos                    | DSE                                | 2   | 5                                    | C <sup>+</sup>                   | E <sup>-</sup>                          | a)                                       |
| UA5                 | Temas/Conteúdos                    | DF                                 | 2   | 3                                    | C <sup>+</sup>                   | E <sup>+</sup>                          | a)                                       |
| UA6                 | Temas/Conteúdos                    | DF                                 | 2   | 3                                    | C <sup>+</sup>                   | E <sup>+</sup>                          | a)                                       |
| UA7                 | Finalidades/Objetivos/Competências | DF<br>DH                           | Ambígua<br>Ambígua                                  | 0<br>0                               | C <sup>+</sup>                   | c)                                      | a)                                       |
| UA8                 | Finalidades/Objetivos/Competência  | DF                                 | 0   | 3                                    | b)                               | E <sup>-</sup>                          | b)                                       |
| UA10                | Finalidades/Objetivos/Competência  | DF                                 | 0   | 4                                    | b)                               | E <sup>-</sup>                          | b)                                       |
| UA11                | Finalidades/Objetivos/Competências | DF<br>DH<br>DP<br>DSI<br>DSE       | Ambígua<br>Ambígua<br>Ambígua<br>Ambígua<br>Ambígua | 0<br>0<br>0<br>0<br>0                | C+                               | c)                                      | a)                                       |
| UA12                | Finalidades/Objetivos/Competência  | DSE                                | 3   | 0                                    | C <sup>+</sup>                   | E <sup>-</sup>                          | a)                                       |
| UA13                | Finalidades/Objetivos/Competência  | DSE                                | 0   | 6                                    | b)                               | E <sup>-</sup>                          | b)                                       |
| UA15                | Finalidades/Objetivos/Competência  | DF                                 | 0   | 2                                    | b)                               | E <sup>- -</sup>                        | b)                                       |
| UA16                | Finalidades/Objetivos/Competência  | DF                                 | 0   | 6                                    | b)                               | E <sup>-</sup>                          | b)                                       |
| UA17                | Finalidades/Objetivos/Competência  | DF                                 | 0   | Ambígua                              | b)                               | c)                                      | b)                                       |
| UA18                | Finalidades/Objetivos/Competência  | DF                                 | 0   | 2                                    | b)                               | E <sup>-</sup>                          | b)                                       |

| Unidades de análise | Indicador                          | Análise por UA                     |  |   |                                  |   |  |
|---------------------|------------------------------------|------------------------------------|--|---|----------------------------------|---|--|
|                     |                                    | <i>O que</i>                       |  |   | <i>O como</i>                    |   |  |
|                     |                                    | Dimensões da construção da ciência | Grau de complexidade dos conhecimentos | Grau de complexidade das capacidades                | Intra-disciplinaridade CC-CM (C) | Critérios de avaliação <i>o que</i> (E) | Critérios de avaliação <i>o como</i> (E) |
| UA20                | Finalidades/Objetivos/Competência  | DF                                 | 3                                      | 3   | C <sup>+</sup>                   | E <sup>+</sup>                          | a)                                       |
| UA21                | Finalidades/Objetivos              | DF                                 | 2                                      | 0   | C <sup>-</sup>                   | E <sup>+</sup>                          | E <sup>-</sup>                           |
| UA22                | Finalidades/Objetivos/Competências | DF<br>DH<br>DP<br>DSI<br>DSE       | 0<br>0<br>0<br>0<br>0                  | Ambígua<br>Ambígua<br>Ambígua<br>Ambígua<br>Ambígua | b)                               | c)                                      | a)                                       |
| UA23                | Finalidades/Objetivos/Competência  | DF                                 | 0                                      | 4   | b)                               | E <sup>+</sup>                          | b)                                       |
| UA24                | Finalidades/Objetivos/Competência  | DF                                 | 0                                      | 3   | b)                               | E <sup>+</sup>                          | b)                                       |
| UA25                | Finalidades/Objetivos/Competência  | DF                                 | 0                                      | 6   | b)                               | E <sup>+</sup>                          | b)                                       |
| UA28                | Esquemas/Diagramas /Imagens        | DF                                 | 2                                      | 0   | C <sup>+</sup>                   | E <sup>-</sup>                          | a)                                       |
| UA36                | Temas/Conteúdos                    | DSE                                | 0                                      | 2   | b)                               | E <sup>-</sup>                          | b)                                       |
| UA38                | Temas/Conteúdos                    | DSE                                | 2                                      | 0   | C <sup>-</sup>                   | E <sup>+</sup>                          | E <sup>-</sup>                           |
| UA39                | Orientações metodológicas          | DH                                 | 2                                      | 0   | C <sup>-</sup>                   | E <sup>+</sup>                          | E <sup>+</sup>                           |
| UA40                | Orientações metodológicas          | DF                                 | 0                                      | 3   | b)                               | E <sup>-</sup>                          | b)                                       |
| UA41                | Orientações metodológicas          | DF                                 | 0                                      | 6   | b)                               | E <sup>+</sup>                          | b)                                       |
| UA42                | Orientações metodológicas          | DF                                 | 2                                      | 0   | C <sup>+</sup>                   | E <sup>-</sup>                          | a)                                       |
| UA43                | Orientações metodológicas          | DF                                 | 2                                      | 0   | C <sup>+</sup>                   | E <sup>-</sup>                          | a)                                       |
| UA44                | Orientações metodológicas          | DF                                 | 3                                      | 0   | C <sup>-</sup>                   | E <sup>-</sup>                          | E <sup>-</sup>                           |

| Unidades de análise | Indicador                 | Análise por UA                     |  |                                      |                                  |   |  |
|---------------------|---------------------------|------------------------------------|--|--------------------------------------|----------------------------------|---|--|
|                     |                           | <i>O que</i>                       |  |                                      | <i>O como</i>                    |   |  |
|                     |                           | Dimensões da construção da ciência | Grau de complexidade dos conhecimentos | Grau de complexidade das capacidades | Intra-disciplinaridade CC-CM (C) | Critérios de avaliação <i>o que</i> (E) | Critérios de avaliação <i>o como</i> (E) |
| UA45                | Orientações metodológicas | DF                                 | 3                                      | 5                                    | C <sup>++</sup>                  | E <sup>-</sup>                          | E <sup>-</sup>                           |
| UA46                | Orientações metodológicas | DF                                 | Ambígua                                | 0                                    | C <sup>+</sup>                   | c)                                      | a)                                       |
| UA47                | Avaliação                 | DF                                 | Ambígua                                | 0                                    | C <sup>+</sup>                   | c)                                      | a)                                       |
| UA48                | Avaliação                 | DF                                 | 0                                      | 6                                    | b)                               | E <sup>-</sup>                          | b)                                       |

*Legenda:* CC- conhecimentos científicos; CM - conhecimentos metacientíficos; C – Classificação; E – Enquadramento; DF – dimensão filosófica; DH – dimensão histórica; DP – dimensão psicológica; DSI – dimensão sociológica interna; DSE – dimensão sociológica externa; UA – Unidade de análise; a) a UA contempla conhecimentos metacientíficos mas não as relações entre estes e os conhecimentos científicos (*o como*), pelo que não é considerada em termos do enquadramento de *o como* (critérios de avaliação de *o como*); b) A UA não contempla conhecimentos metacientíficos, pelo que não é considerada para a avaliação da intradisciplinaridade entre conhecimentos científicos e metacientíficos (*o como* avaliado em termos de classificação entre CC e CM) nem do enquadramento de *o como* (critérios de avaliação de *o como*); c) A ambiguidade da UA impede a avaliação deste parâmetro.

*Nota:* As unidades de análise são apresentadas pela ordem em que estão no programa.

## 2.4. COMPONENTE DE GEOLOGIA – ORIENTAÇÕES ESPECÍFICAS

| Unidades de análise | Indicador                          | Análise por UA                     |  |                                      |                                  |   |  |
|---------------------|------------------------------------|------------------------------------|--|--------------------------------------|----------------------------------|---|--|
|                     |                                    | <i>O que</i>                       |  |                                      | <i>O como</i>                    |   |  |
|                     |                                    | Dimensões da construção da ciência | Grau de complexidade dos conhecimentos | Grau de complexidade das capacidades | Intra-disciplinaridade CC-CM (C) | CrITÉRIOS de avaliação <i>o que</i> (E) | CrITÉRIOS de avaliação <i>o como</i> (E) |
| UA1                 | Temas/Conteúdos                    | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>+</sup>                   | f)                                      | a)                                       |
| UA3                 | Temas/Conteúdos                    | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>+</sup>                   | E <sup>--</sup>                         | a)                                       |
| UA5                 | Temas/Conteúdos                    | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>+</sup>                   | E <sup>-</sup>                          | a)                                       |
| UA7                 | Temas/Conteúdos                    | DSE                                | 2                                      | 0                                    | C <sup>+</sup>                   | E <sup>-</sup>                          | a)                                       |
| UA8                 | Temas/Conteúdos                    | DF                                 | 3                                      | 0                                    | C <sup>+</sup>                   | E <sup>-</sup>                          | a)                                       |
| 9UA                 | Temas/Conteúdos                    | DF                                 | 3                                      | 0                                    | C <sup>--</sup>                  | E <sup>-</sup>                          | E <sup>-</sup>                           |
| UA10                | Temas/Conteúdos                    | DSE                                | 2                                      | 0                                    | C <sup>--</sup>                  | E <sup>-</sup>                          | E <sup>-</sup>                           |
| UA 11               | Temas/Conteúdos                    | DSE                                | 2                                      | 0                                    | C <sup>--</sup>                  | E <sup>-</sup>                          | E <sup>-</sup>                           |
| UA12                | Temas/Conteúdos                    | DSE                                | 2                                      | 0                                    | C <sup>--</sup>                  | E <sup>-</sup>                          | E <sup>-</sup>                           |
| UA15                | Finalidades/Objetivos/Competências | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>+</sup>                   | E <sup>-</sup>                          | a)                                       |
| UA16                | Finalidades/Objetivos/Competências | DF                                 | 0                                      | 4                                    | b)                               | E <sup>-</sup>                          | b)                                       |
| UA25                | Finalidades/Objetivos/Competências | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                   | E <sup>--</sup>                         | E <sup>--</sup>                          |
| UA26                | Finalidades/Objetivos/Competências | DF                                 | 0                                      | 4                                    | b)                               | E <sup>--</sup>                         | b)                                       |
| UA27                | Finalidades/Objetivos/Competências | DF                                 | 0                                      | 6                                    | b)                               | E <sup>--</sup>                         | b)                                       |
| UA28                | Finalidades/Objetivos/Competências | DF                                 | 0                                      | 6                                    | b)                               | E <sup>--</sup>                         | b)                                       |
| UA29                | Finalidades/Objetivos/Competências | DF                                 | 0                                      | 3                                    | b)                               | E <sup>--</sup>                         | b)                                       |

| Unidades de análise | Indicador                          | Análise por UA                     |  |   |                                  |   |  |
|---------------------|------------------------------------|------------------------------------|--|---|----------------------------------|---|--|
|                     |                                    | <i>O que</i>                       |  |   | <i>O como</i>                    |   |  |
|                     |                                    | Dimensões da construção da ciência | Grau de complexidade dos conhecimentos | Grau de complexidade das capacidades                | Intra-disciplinaridade CC-CM (C) | Critérios de avaliação <i>o que</i> (E) | Critérios de avaliação <i>o como</i> (E) |
| UA30                | Finalidades/Objetivos/Competências | DF                                 | 0                                      | 4   | b)                               | E <sup>-</sup>                          | b)                                       |
| UA35                | Finalidades/Objetivos/Competências | DF<br>DH<br>DP<br>DSI<br>DSE       | 0<br>0<br>0<br>0<br>0                  | Ambígua<br>Ambígua<br>Ambígua<br>Ambígua<br>Ambígua | b)                               | c)                                      | b)                                       |
| UA43                | Temas/Conteúdos                    | DF                                 | 0                                      | 2   | b)                               | E <sup>-</sup>                          | b)                                       |
| UA44                | Temas/Conteúdos                    | DF                                 | 0                                      | 4   | b)                               | E <sup>-</sup>                          | b)                                       |
| UA51                | Temas/Conteúdos                    | DF                                 | 2                                      | 0   | C <sup>+</sup>                   | E <sup>-</sup>                          | a)                                       |
| UA58                | Orientações metodológicas          | DF<br>DSE                          | 2<br>2                                 | 0<br>0  | C <sup>-</sup>                   | E <sup>+</sup>                          | E <sup>+</sup>                           |
| UA59                | Esquemas/Diagramas/Imagens         | DF                                 | 2                                      | 0   | C <sup>-</sup>                   | E <sup>-</sup>                          | E <sup>-</sup>                           |
| UA60                | Esquemas/Diagramas/Imagens         | DF                                 | 2                                      | 0   | C <sup>-</sup>                   | E <sup>-</sup>                          | E <sup>-</sup>                           |
| UA72                | Atividades                         | DF                                 | 2                                      | 6   | C <sup>-</sup>                   | E <sup>+</sup>                          | E <sup>+</sup>                           |
| UA73                | Orientações metodológicas          | DF                                 | 2                                      | 0   | C <sup>-</sup>                   | d)                                      | d)                                       |
| UA74                | Orientações metodológicas          | DF                                 | 2                                      | 0   | C <sup>-</sup>                   | E <sup>-</sup>                          | E <sup>-</sup>                           |
| UA76                | Atividades                         | DF                                 | 2                                      | 0   | C <sup>-</sup>                   | E <sup>+</sup>                          | E <sup>+</sup>                           |
| UA77                | Atividades                         | DF                                 | 0                                      | 6   | b)                               | E <sup>+</sup>                          | b)                                       |



| Unidades de análise | Indicador                          | Análise por UA                     |  |                                      |                                  |   |  |
|---------------------|------------------------------------|------------------------------------|--|--------------------------------------|----------------------------------|---|--|
|                     |                                    | <i>O que</i>                       |  |                                      | <i>O como</i>                    |   |  |
|                     |                                    | Dimensões da construção da ciência | Grau de complexidade dos conhecimentos | Grau de complexidade das capacidades | Intra-disciplinaridade CC-CM (C) | Critérios de avaliação <i>o que</i> (E) | Critérios de avaliação <i>o como</i> (E) |
| UA81                | Esquemas/Diagramas/Imagens         | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>++</sup>                  | E <sup>++</sup>                         | E <sup>++</sup>                          |
| UA82                | Orientações metodológicas          | DF<br>DH                           | 2<br>2                                 | 0<br>0                               | C <sup>++</sup>                  | E <sup>+</sup>                          | E <sup>-</sup>                           |
| UA83                | Atividades                         | DF<br>DP<br>DSE                    | 0<br>2<br>0                            | 5<br>0<br>0                          | C <sup>-</sup>                   | E <sup>-</sup>                          | E <sup>-</sup>                           |
| UA85                | Temas/Conteúdos                    | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                   | E <sup>++</sup>                         | E <sup>++</sup>                          |
| UA98                | Finalidades/Objetivos/Competências | DF                                 | 0                                      | 4                                    | b)                               | E <sup>++</sup>                         | b)                                       |
| UA99                | Finalidades/Objetivos/Competências | DF                                 | 0                                      | 6                                    | b)                               | E <sup>++</sup>                         | b)                                       |
| UA100               | Finalidades/Objetivos/Competências | DF                                 | 0                                      | 6                                    | b)                               | E <sup>++</sup>                         | b)                                       |
| UA101               | Finalidades/Objetivos/Competências | DF                                 | 0                                      | 3                                    | b)                               | E <sup>++</sup>                         | b)                                       |
| UA102               | Finalidades/Objetivos/Competências | DF                                 | 0                                      | 4                                    | b)                               | E <sup>++</sup>                         | b)                                       |
| UA108               | Finalidades/Objetivos/Competências | DF                                 | 0                                      | 4                                    | b)                               | E <sup>++</sup>                         | b)                                       |
| UA109               | Finalidades/Objetivos/Competências | DF                                 | 0                                      | 6                                    | b)                               | E <sup>++</sup>                         | b)                                       |
| UA111               | Finalidades/Objetivos/Competências | DSE                                | 2                                      | 0                                    | C <sup>++</sup>                  | E <sup>-</sup>                          | E <sup>-</sup>                           |
| UA115               | Temas/Conteúdos                    | DF<br>DH<br>DP                     | Ambígua<br>Ambígua<br>Ambígua          | 0<br>0<br>0                          | C <sup>+</sup>                   | c)                                      | a)                                       |

| Unidades de análise | Indicador                  | Análise por UA                     |   |                                      |                                  |   |  |
|---------------------|----------------------------|------------------------------------|---|--------------------------------------|----------------------------------|---|--|
|                     |                            | <i>O que</i>                       |   |                                      | <i>O como</i>                    |   |  |
|                     |                            | Dimensões da construção da ciência | Grau de complexidade dos conhecimentos              | Grau de complexidade das capacidades | Intra-disciplinaridade CC-CM (C) | Critérios de avaliação <i>o que</i> (E) | Critérios de avaliação <i>o como</i> (E) |
|                     |                            | DSI<br>DSE                         | Ambígua<br>Ambígua                                  | 0<br>0                               |                                  |   |  |
| UA116               | Temas/Conteúdos            | DF                                 | 2   | 0                                    | C <sup>+</sup>                   | E <sup>-</sup>                          | a)                                       |
| UA117               | Temas/Conteúdos            | DF<br>DH<br>DP<br>DSI<br>DSE       | Ambígua<br>Ambígua<br>Ambígua<br>Ambígua<br>Ambígua | 0<br>0<br>0<br>0<br>0                | C <sup>+</sup>                   | c)                                      | a)                                       |
| UA129               | Temas/Conteúdos            | DF                                 | 2   | 0                                    | C <sup>--</sup>                  | E <sup>-</sup>                          | E <sup>-</sup>                           |
| UA130               | Temas/Conteúdos            | DF<br>DH<br>DP<br>DSI<br>DSE       | Ambígua<br>Ambígua<br>Ambígua<br>Ambígua<br>Ambígua | 0<br>0<br>0<br>0<br>0                | C <sup>+</sup>                   | c)                                      | a)                                       |
| UA140               | Orientações metodológicas  | DSE                                | 2   | 0                                    | C <sup>--</sup>                  | E <sup>-</sup>                          | E <sup>-</sup>                           |
| UA141               | Esquemas/Diagramas/Imagens | DSE                                | 2   | 0                                    | C <sup>-</sup>                   | E <sup>--</sup>                         | E <sup>--</sup>                          |
| UA142               | Esquemas/Diagramas/Imagens | DF                                 | 2   | 0                                    | C <sup>-</sup>                   | E <sup>--</sup>                         | E <sup>--</sup>                          |
| UA147               | Esquemas/Diagramas/Imagens | DF<br>DSE                          | 3<br>2  | 0<br>0                               | C <sup>--</sup>                  | E <sup>--</sup>                         | E <sup>--</sup>                          |

| Unidades de análise | Indicador                 | Análise por UA                     |  |   |                                  |   |  |
|---------------------|---------------------------|------------------------------------|--|---|----------------------------------|---|--|
|                     |                           | <i>O que</i>                       |  |   | <i>O como</i>                    |   |  |
|                     |                           | Dimensões da construção da ciência | Grau de complexidade dos conhecimentos | Grau de complexidade das capacidades                | Intra-disciplinaridade CC-CM (C) | Critérios de avaliação <i>o que</i> (E) | Critérios de avaliação <i>o como</i> (E) |
| UA148               | Atividades                | DSE                                | Ambígua                                | 0   | C <sup>+</sup>                   | c)                                      | a)                                       |
| UA149               | Atividades                | DF<br>DH<br>DP<br>DSI<br>DSE       | 0<br>0<br>0<br>0<br>0                  | Ambígua<br>Ambígua<br>Ambígua<br>Ambígua<br>Ambígua | b)                               | c)                                      | b)                                       |
| UA150               | Atividades                | DSE                                | 0                                      | 6   | b)                               | E <sup>-</sup>                          | b)                                       |
| UA157               | Atividades                | DF                                 | 0                                      | 6   | b)                               | E <sup>-</sup>                          | b)                                       |
| UA158               | Atividades                | DF                                 | 0                                      | 6   | b)                               | E <sup>-</sup>                          | b)                                       |
| UA159               | Atividades                | DF<br>DSE                          | 0<br>0                                 | 6<br>6  | b)                               | E <sup>-</sup>                          | b)                                       |
| UA162               | Orientações metodológicas | DSE                                | 2                                      | 0   | C <sup>-</sup>                   | E <sup>-</sup>                          | E <sup>-</sup>                           |
| UA168               | Atividades                | DF                                 | 3                                      | 0   | C <sup>-</sup>                   | E <sup>-</sup>                          | E <sup>-</sup>                           |
| UA170               | Atividades                | DF                                 | 0                                      | 4   | b)                               | E <sup>-</sup>                          | b)                                       |
| UA176               | Temas/Conteúdos           | DSE                                | 2                                      | 0   | C <sup>-</sup>                   | E <sup>-</sup>                          | E <sup>-</sup>                           |
| UA177               | Temas/Conteúdos           | DF<br>DSE                          | 2<br>2                                 | 0<br>0  | C <sup>-</sup>                   | E <sup>-</sup>                          | E <sup>-</sup>                           |

| Unidades de análise | Indicador                          | Análise por UA                     |  |                                      |                                  |   |  |
|---------------------|------------------------------------|------------------------------------|--|--------------------------------------|----------------------------------|---|--|
|                     |                                    | <i>O que</i>                       |  |                                      | <i>O como</i>                    |   |  |
|                     |                                    | Dimensões da construção da ciência | Grau de complexidade dos conhecimentos | Grau de complexidade das capacidades | Intra-disciplinaridade CC-CM (C) | Critérios de avaliação <i>o que</i> (E) | Critérios de avaliação <i>o como</i> (E) |
| UA183               | Finalidades/Objetivos/Competências | DF                                 | 0                                      | 4                                    | b)                               | E <sup>-</sup>                          | b)                                       |
| UA186               | Temas/Conteúdos                    | DF                                 | 3                                      | 0                                    | C <sup>++</sup>                  | E <sup>-</sup>                          | E <sup>-</sup>                           |
| UA187               | Temas/Conteúdos                    | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>+</sup>                   | E <sup>++</sup>                         | a)                                       |
| UA190               | Temas/Conteúdos                    | DF                                 | 3                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                   | E <sup>++</sup>                         | E <sup>--</sup>                          |
| UA191               | Finalidades/Objetivos/Competências | DF                                 | 0                                      | 4                                    | b)                               | E <sup>++</sup>                         | b)                                       |
| UA192               | Finalidades/Objetivos/Competências | DF                                 | 0                                      | 6                                    | b)                               | E <sup>++</sup>                         | b)                                       |
| UA193               | Finalidades/Objetivos/Competências | DF                                 | 0                                      | 6                                    | b)                               | E <sup>++</sup>                         | b)                                       |
| UA194               | Finalidades/Objetivos/Competências | DF                                 | 0                                      | 3                                    | b)                               | E <sup>++</sup>                         | b)                                       |
| UA195               | Finalidades/Objetivos/Competências | DF                                 | 0                                      | 4                                    | b)                               | E <sup>++</sup>                         | b)                                       |
| UA206               | Temas/Conteúdos                    | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>+</sup>                   | E <sup>++</sup>                         | a)                                       |
| UA207               | Temas/Conteúdos                    | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>+</sup>                   | E <sup>-</sup>                          | a)                                       |
| UA216               | Temas/Conteúdos                    | DSE                                | 2                                      | 0                                    | C <sup>++</sup>                  | E <sup>-</sup>                          | E <sup>-</sup>                           |
| UA217               | Temas/Conteúdos                    | DSE                                | 2                                      | 0                                    | C <sup>++</sup>                  | E <sup>-</sup>                          | E <sup>-</sup>                           |
| UA218               | Temas/Conteúdos                    | DF                                 | 3                                      | 0                                    | C <sup>++</sup>                  | E <sup>-</sup>                          | E <sup>++</sup>                          |

| Unidades de análise | Indicador                  | Análise por UA                     |  |                                      |                                  |   |  |
|---------------------|----------------------------|------------------------------------|--|--------------------------------------|----------------------------------|---|--|
|                     |                            | <i>O que</i>                       |  |                                      | <i>O como</i>                    |   |  |
|                     |                            | Dimensões da construção da ciência | Grau de complexidade dos conhecimentos | Grau de complexidade das capacidades | Intra-disciplinaridade CC-CM (C) | Critérios de avaliação <i>o que</i> (E) | Critérios de avaliação <i>o como</i> (E) |
| UA223               | Temas/Conteúdos            | DF                                 | 3                                      | 0                                    | C <sup>+</sup>                   | E <sup>++</sup>                         | a)                                       |
| UA229               | Orientações metodológicas  | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                   | E <sup>-</sup>                          | E <sup>-</sup>                           |
| UA230               | Esquemas/Diagramas/Imagens | DF                                 | 3                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                   | E <sup>++</sup>                         | E <sup>++</sup>                          |
| UA231               | Esquemas/Diagramas/Imagens | DF                                 | 3                                      | 0                                    | C <sup>++</sup>                  | E <sup>++</sup>                         | E <sup>++</sup>                          |
| UA232               | Orientações metodológicas  | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>+</sup>                   | E <sup>++</sup>                         | a)                                       |
| UA235               | Orientações metodológicas  | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>+</sup>                   | E <sup>-</sup>                          | a)                                       |
| UA236               | Orientações metodológicas  | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>++</sup>                  | E <sup>-</sup>                          | E <sup>-</sup>                           |
| UA237               | Orientações metodológicas  | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>+</sup>                   | E <sup>-</sup>                          | a)                                       |
| UA238               | Orientações metodológicas  | DF                                 | 3                                      | 0                                    | C <sup>++</sup>                  | E <sup>-</sup>                          | E <sup>-</sup>                           |
| UA239               | Esquemas/Diagramas/Imagens | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>++</sup>                  | E <sup>++</sup>                         | E <sup>++</sup>                          |
| UA251               | Orientações metodológicas  | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>++</sup>                  | E <sup>++</sup>                         | E <sup>++</sup>                          |
| UA252               | Esquemas/Diagramas/Imagens | DF<br>DSE                          | 2<br>2                                 | 0<br>0                               | C <sup>++</sup>                  | E <sup>++</sup>                         | E <sup>++</sup>                          |
| UA253               | Atividades                 | DF                                 | 3                                      | 0                                    | C <sup>++</sup>                  | E <sup>-</sup>                          | E <sup>+</sup>                           |
| UA255               | Atividades                 | DF                                 | 0                                      | 6                                    | b)                               | E <sup>-</sup>                          | b)                                       |

| Unidades de análise | Indicador                  | Análise por UA                     |  |                                      |                                  |   |  |
|---------------------|----------------------------|------------------------------------|--|--------------------------------------|----------------------------------|---|--|
|                     |                            | <i>O que</i>                       |  |                                      | <i>O como</i>                    |   |  |
|                     |                            | Dimensões da construção da ciência | Grau de complexidade dos conhecimentos | Grau de complexidade das capacidades | Intra-disciplinaridade CC-CM (C) | Critérios de avaliação <i>o que</i> (E) | Critérios de avaliação <i>o como</i> (E) |
| UA263               | Orientações metodológicas  | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>+</sup>                   | E <sup>-</sup>                          | a)                                       |
| UA265               | Orientações metodológicas  | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>+</sup>                   | E <sup>-</sup>                          | a)                                       |
| UA268               | Esquemas/Diagramas/Imagens | DSE                                | 2                                      | 0                                    | C <sup>--</sup>                  | E <sup>--</sup>                         | E <sup>--</sup>                          |
| UA269               | Atividades                 | DF                                 | 0                                      | 6                                    | b)                               | E <sup>+</sup>                          | b)                                       |
| UA270               | Atividades                 | DF                                 | 3                                      | 3                                    | C <sup>--</sup>                  | E <sup>+</sup>                          | E <sup>+</sup>                           |
| UA275               | Orientações metodológicas  | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>+</sup>                   | E <sup>-</sup>                          | a)                                       |
| UA276               | Orientações metodológicas  | DF                                 | 3                                      | 0                                    | C <sup>--</sup>                  | E <sup>-</sup>                          | E <sup>-</sup>                           |

**Legenda:** CC- conhecimentos científicos; CM - conhecimentos metacientíficos; C – Classificação; E – Enquadramento; DF – dimensão filosófica; DH – dimensão histórica; DP – dimensão psicológica; DSI – dimensão sociológica interna; DSE – dimensão sociológica externa; UA – Unidade de análise; a) a UA contempla conhecimentos metacientíficos mas não as relações entre estes e os conhecimentos científicos (*o como*), pelo que não é considerada em termos do enquadramento de *o como* (critérios de avaliação de *o como*); b) A UA não contempla conhecimentos metacientíficos, pelo que não é considerada para a avaliação da intradisciplinaridade entre conhecimentos científicos e metacientíficos (*o como* avaliado em termos de classificação entre CC e CM) nem do enquadramento de *o como* (critérios de avaliação de *o como*); c) A ambiguidade da UA impede a avaliação deste parâmetro; d) A UA não é considerada para a avaliação deste parâmetro porque corresponde a um título.

**Nota:** As unidades de análise são apresentadas pela ordem em que estão no programa.

## 2.5. RESULTADOS GERAIS DA ANÁLISE DO PROGRAMA

|   |   | Programa                    |                             |                             |                             |
|---|---|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
|   |   | Orientações gerais          |                             | Orientações específicas     |                             |
|   |   | Biologia<br>(N.º e % de UA) | Geologia<br>(N.º e % de UA) | Biologia<br>(N.º e % de UA) | Geologia<br>(N.º e % de UA) |
| Distribuição relativa dos conhecimentos científicos e metacientíficos     | Conhecimentos científicos                   | 27<br>73%                   | 12<br>27%                   | 135<br>75%                  | 176<br>65%                  |
|   | Conhecimentos metacientíficos               | 10<br>27%                   | 32<br>73%                   | 44<br>25%                   | 96<br>35%                   |
| <i>n</i>  |   | 37                          | 44                          | 179                         | 272                         |
| Distribuição relativa dos conhecimentos e das capacidades metacientíficos | Conhecimentos metacientíficos               | 4<br>40%                    | 17<br>53%                   | 5<br>11%                    | 65<br>68%                   |
|   | Capacidades metacientíficas                 | 7<br>70%                    | 20<br>63%                   | 39<br>89%                   | 34<br>35%                   |
|   | Conhecimentos e capacidades metacientíficos | 1<br>10%                    | 5<br>16%                    | 0<br>0%                     | 3<br>3%                     |
| <i>n</i>  |   | 10                          | 32                          | 44                          | 96                          |
| Natureza dos conhecimentos metacientíficos                                | Dimensão filosófica                         | 4<br>100%                   | 9<br>53%                    | 1<br>20%                    | 48<br>74%                   |
|   | Dimensão histórica                          | 1<br>25%                    | 1<br>6%                     | 1<br>20%                    | 3<br>5%                     |
|   | Dimensão psicológica                        | 1<br>25%                    | 0<br>0%                     | 0<br>0%                     | 1<br>2%                     |
|   | Dimensão sociológica interna                | 1<br>25%                    | 0<br>0%                     | 0<br>0%                     | 1<br>2%                     |
|   | Dimensão sociológica externa                | 0<br>0%                     | 3<br>19%                    | 3<br>60%                    | 16<br>25%                   |
| <i>n</i>  |   | 4                           | 17                          | 5                           | 65                          |

|  |                              | Programa                    |                             |                             |                             |
|--|------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
|  |                              | Orientações gerais          |                             | Orientações específicas     |                             |
|  |                              | Biologia<br>(N.º e % de UA) | Geologia<br>(N.º e % de UA) | Biologia<br>(N.º e % de UA) | Geologia<br>(N.º e % de UA) |
| Natureza das capacidades metacientíficas               | Dimensão filosófica          | 6<br>86%                    | 15<br>88%                   | 39<br>94%                   | 31<br>100%                  |
|  | Dimensão histórica           | 0<br>0%                     | 0<br>0%                     | 0<br>0%                     | 0<br>0%                     |
|  | Dimensão psicológica         | 2<br>29%                    | 0<br>0%                     | 0<br>0%                     | 0<br>0%                     |
|  | Dimensão sociológica interna | 2<br>29%                    | 0<br>0%                     | 0<br>0%                     | 0<br>0%                     |
|  | Dimensão sociológica externa | 1<br>14%                    | 3<br>12%                    | 1<br>6%                     | 2<br>3%                     |
| <i>n</i>   |                              | 11                          | 18                          | 40                          | 33                          |
| Grau de complexidade dos conhecimentos metacientíficos | Grau 1                       | 0<br>0%                     | 0<br>0%                     | 0<br>0%                     | 0<br>0%                     |
|  | Grau 2                       | 3<br>43%                    | 9<br>69%                    | 5<br>100%                   | 55<br>80%                   |
|  | Grau 3                       | 4<br>57%                    | 4<br>31%                    | 0<br>0%                     | 14<br>20%                   |
|  | Grau 4                       | 0<br>0%                     | 0<br>0%                     | 0<br>0%                     | 0<br>0%                     |
| <i>n</i>   |                              | 7                           | 13                          | 5                           | 69                          |
| Grau de complexidade das capacidades metacientíficas   | Grau 1                       | 0<br>0%                     | 0<br>0%                     | 0<br>0%                     | 0<br>0%                     |
|  | Grau 2                       | 5<br>45%                    | 3<br>17%                    | 0<br>0%                     | 1<br>3%                     |
|  | Grau 3                       | 0                           | 6                           | 10                          | 4                           |



| Programa                                      |                 |                             |                             |                             |                             |
|---|-----------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Orientações gerais                            |                 |                             | Orientações específicas     |                             |                             |
|   |                 | Biologia<br>(N.º e % de UA) | Geologia<br>(N.º e % de UA) | Biologia<br>(N.º e % de UA) | Geologia<br>(N.º e % de UA) |
|   |                 | 0%                          | 33%                         | 25%                         | 12%                         |
|   | Grau 4          | 0<br>0%                     | 2<br>11%                    | 19<br>48%                   | 11<br>33%                   |
|   | Grau 5          | 1<br>10%                    | 2<br>11%                    | 3<br>8%                     | 1<br>3%                     |
|   | Grau 6          | 5<br>45%                    | 5<br>28%                    | 8<br>20%                    | 14<br>48%                   |
| <i>n</i>                                      |                 | 11                          | 18                          | 40                          | 33                          |
| Intradisciplinaridade<br>CC-CM<br>(C)         | C <sup>+</sup>  | 3<br>75%                    | 12<br>71%                   | 3<br>60%                    | 22<br>34%                   |
|   | C <sup>-</sup>  | 0<br>0%                     | 0<br>0%                     | 1<br>20%                    | 11<br>17%                   |
|   | C <sup>-</sup>  | 1<br>25%                    | 5<br>29%                    | 1<br>20%                    | 32<br>49%                   |
| <i>n</i>                                      |                 | 4                           | 17                          | 5                           | 65                          |
| Critérios de avaliação<br><i>o que</i><br>(E) | E <sup>++</sup> | 0<br>0%                     | 0<br>0%                     | 0<br>0%                     | 1<br>1%                     |
|   | E <sup>+</sup>  | 1<br>10%                    | 12<br>11%                   | 5<br>38%                    | 6<br>6%                     |
|   | E <sup>-</sup>  | 8<br>80%                    | 18<br>55%                   | 24<br>56%                   | 46<br>49%                   |
|   | E <sup>-</sup>  | 1<br>10%                    | 2<br>34%                    | 15<br>6%                    | 41<br>44%                   |
| <i>n</i>                                      |                 | 10                          | 32                          | 44                          | 94                          |

|  |                 | Programa                    |                             |                             |                             |
|--|-----------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
|  |                 | Orientações gerais          |                             | Orientações específicas     |                             |
|  |                 | Biologia<br>(N.º e % de UA) | Geologia<br>(N.º e % de UA) | Biologia<br>(N.º e % de UA) | Geologia<br>(N.º e % de UA) |
| Critérios de avaliação<br><i>O como</i><br>(E) | E <sup>++</sup> | 0<br>0%                     | 0<br>0%                     | 0<br>0%                     | 1<br>2%                     |
|  | E <sup>+</sup>  | 0<br>0%                     | 1<br>20%                    | 0<br>0%                     | 4<br>10%                    |
|  | E <sup>-</sup>  | 0<br>0%                     | 3<br>60%                    | 1<br>50%                    | 21<br>50%                   |
|  | E <sup>--</sup> | 1<br>100%                   | 1<br>20%                    | 1<br>50%                    | 16<br>38%                   |
| <i>n</i>                                       |                 | 1                           | 5                           | 2                           | 42                          |

*Legenda:* CC- conhecimentos científicos; CM - conhecimentos metacientíficos; C – Classificação; E – Enquadramento; UA – Unidade de análise.

## **APÊNDICE 3**

### **Tabelas gerais da análise dos manuais escolares**



## ANÁLISE DOS MANUAIS ESCOLARES DE BIOLOGIA E GEOLOGIA DO ENSINO SECUNDÁRIO

### Contexto instrucional – o que e o como

#### 3.1. MANUAL A

##### 3.1.1. CORPO DO MANUAL - COMPONENTE DE BIOLOGIA

| Unidades de análise | Subunidades de análise | Indicador       | Análise por UA                     |  |                                      |                                 |
|---------------------|------------------------|-----------------|------------------------------------|--|--------------------------------------|---------------------------------|
|                     |                        |                 | <i>O que</i>                       |  |                                      | <i>O como</i>                   |
|                     |                        |                 | Dimensões da construção da ciência | Grau de complexidade dos conhecimentos | Grau de complexidade das capacidades | Intradisciplinaridade CC-CM (C) |
| UA20                | ---                    | Temas/Conteúdos | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                  |
| UA21                | ---                    | Atividades      | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>+</sup>                  |
| UA22                | ---                    | Atividades      | DF                                 | 0                                      | 3                                    | b)                              |
| U25                 | ---                    | Temas/Conteúdos | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>+</sup>                  |
| UA28                | 1, 2                   | Temas/Conteúdos | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>+</sup>                  |
|                     |                        |                 | DSI                                | 2                                      | 0                                    |                                 |
|                     |                        |                 | DSE                                | 2                                      | 0                                    |                                 |
| UA29                | ---                    | Atividades      | DSE                                | Ambígua                                | 4                                    | C <sup>+</sup>                  |
| UA33                | ---                    | Temas/Conteúdos | DSE                                | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                  |
| UA36                | 1, 2                   | Temas/Conteúdos | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                  |
|                     |                        |                 | DH                                 | 2                                      | 0                                    |                                 |
|                     |                        |                 | DP                                 | 2                                      | 0                                    |                                 |
|                     |                        |                 | DSE                                | 2                                      | 0                                    |                                 |

| Unidades de análise | Subunidades de análise | Indicador                          | Análise por UA                     |  |                                      |                                 |
|---------------------|------------------------|------------------------------------|------------------------------------|--|--------------------------------------|---------------------------------|
|                     |                        |                                    | O que                              |  |                                      | O como                          |
|                     |                        |                                    | Dimensões da construção da ciência | Grau de complexidade dos conhecimentos | Grau de complexidade das capacidades | Intradisciplinaridade CC-CM (C) |
| UA37                | ---                    | Esquemas/Diagramas/Imagens         | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>++</sup>                 |
| UA38                | ---                    | Atividades                         | DF                                 | 0                                      | 3                                    | b)                              |
| UA43                | 1, 2, 3                | Temas/Conteúdos                    | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>+</sup>                  |
|                     |                        |                                    | DSE                                | 2                                      | 0                                    |                                 |
| UA71                | ---                    | Finalidades/Objetivos/Competências | DF                                 | 0                                      | Ambígua                              | b)                              |
| UA73                | ---                    | Finalidades/Objetivos/Competências | DSE                                | 0                                      | Ambígua                              | b)                              |
| UA76                | ---                    | Avaliação                          | DF                                 | 2                                      | 4                                    | C <sup>-</sup>                  |
| UA84                | 1, 2, 3, 4             | Temas/Conteúdos                    | DF                                 | 3                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                  |
|                     |                        |                                    | DSE                                | 2                                      | 0                                    |                                 |
| UA85                | ---                    | Temas/Conteúdos                    | DF                                 | 3                                      | 0                                    | C <sup>++</sup>                 |
| UA86                | ---                    | Esquemas/Diagramas/Imagens         | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>++</sup>                 |
| UA89                | ---                    | Esquemas/Diagramas/Imagens         | DF                                 | 3                                      | 0                                    | C <sup>++</sup>                 |
| UA91                | ---                    | Atividades                         | DF                                 | 0                                      | 2                                    | b)                              |
| UA93                | ---                    | Esquemas/Diagramas/Imagens         | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                  |
| UA115               | 1, 2, 3, 4, 5          | Temas/Conteúdos                    | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                  |
|                     |                        |                                    | DH                                 | 2                                      | 0                                    |                                 |
|                     |                        |                                    | DSE                                | 2                                      | 0                                    |                                 |
| UA117               | ---                    | Atividades                         | DF                                 | 0                                      | 2                                    | b)                              |

| Unidades de análise | Subunidades de análise | Indicador                          | Análise por UA                     |  |                                      |                                 |
|---------------------|------------------------|------------------------------------|------------------------------------|--|--------------------------------------|---------------------------------|
|                     |                        |                                    | O que                              |  |                                      | O como                          |
|                     |                        |                                    | Dimensões da construção da ciência | Grau de complexidade dos conhecimentos | Grau de complexidade das capacidades | Intradisciplinaridade CC-CM (C) |
| UA119               | ---                    | Atividades                         | DF                                 | 0                                      | 2                                    | b)                              |
| UA 123              | ---                    | Atividades                         | DF                                 | 2                                      | 2                                    | C <sup>++</sup>                 |
| UA125               | ---                    | Atividades                         | DF                                 | 2                                      | 4                                    | C <sup>++</sup>                 |
|                     |                        |                                    | DH                                 | 2                                      | 0                                    |                                 |
| UA134               | ---                    | Finalidades/Objetivos/Competências | DF                                 | 0                                      | 4                                    | b)                              |
| UA140               | ---                    | Finalidades/Objetivos/Competências | DF                                 | 0                                      | 4                                    | b)                              |
| UA143               | ---                    | Finalidades/Objetivos/Competências | DF                                 | 0                                      | 4                                    | b)                              |
| UA144               | ---                    | Finalidades/Objetivos/Competências | DSE                                | 0                                      | 2                                    | b)                              |
| UA146               | ---                    | Avaliação                          | DF                                 | 0                                      | 2                                    | C <sup>++</sup>                 |
| UA155               | 1, 2                   | Temas/Conteúdos                    | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                  |
| UA156               | ---                    | Atividades                         | DF                                 | Ambígua                                | 4                                    | C <sup>-</sup>                  |
| UA157               | ---                    | Atividades                         | DF                                 | 0                                      | 3                                    | b)                              |
| UA158               | ---                    | Esquemas/Diagramas/Imagens         | DF                                 | Ambígua                                | 0                                    | C <sup>-</sup>                  |
| UA160               | ---                    | Esquemas/Diagramas/Imagens         | DF                                 | Ambígua                                | 0                                    | C <sup>-</sup>                  |
| UA161               | 1, 2, 3, 4, 5          | Temas/Conteúdos                    | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                  |
| UA162               | ---                    | Esquemas/Diagramas/Imagens         | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                  |
| UA164               | ---                    | Temas/Conteúdos                    | DF                                 | Ambígua                                | 0                                    | C <sup>-</sup>                  |
| UA165               | ---                    | Esquemas/Diagramas/Imagens         | DF                                 | Ambígua                                | 0                                    | C <sup>-</sup>                  |

| Unidades de análise | Subunidades de análise | Indicador                          | Análise por UA                     |  |                                      |                                 |
|---------------------|------------------------|------------------------------------|------------------------------------|--|--------------------------------------|---------------------------------|
|                     |                        |                                    | <i>O que</i>                       |  |                                      | <i>O como</i>                   |
|                     |                        |                                    | Dimensões da construção da ciência | Grau de complexidade dos conhecimentos | Grau de complexidade das capacidades | Intradisciplinaridade CC-CM (C) |
| UA166               | ---                    | Esquemas/Diagramas/Imagens         | DF                                 | Ambígua                                | 0                                    | C <sup>-</sup>                  |
| UA167               | 1, 2, 3, 4             | Temas/Conteúdos                    | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                  |
|                     |                        |                                    | DH                                 | 2                                      | 0                                    |                                 |
|                     |                        |                                    | DSE                                | 2                                      | 0                                    |                                 |
| UA168               | ---                    | Atividades                         | DF                                 | 2                                      | 3                                    | C <sup>++</sup>                 |
| UA169               | ---                    | Esquemas/Diagramas/Imagens         | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                  |
| UA170               | ---                    | Atividades                         | DF                                 | 0                                      | 2                                    | C <sup>-</sup>                  |
| UA171               | ---                    | Temas/Conteúdos                    | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                  |
| UA175               | ---                    | Temas/Conteúdos                    | DSE                                | 2                                      | 0                                    | C <sup>+</sup>                  |
| UA179               | ---                    | Atividades                         | DF                                 | 2                                      | 3                                    | C <sup>-</sup>                  |
| UA183               | ---                    | Atividades                         | DSE                                | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                  |
| UA194               | ---                    | Finalidades/Objetivos/Competências | DF                                 | 0                                      | 3                                    | b)                              |
| UA195               | ---                    | Finalidades/Objetivos/Competências | DF                                 | 0                                      | 3                                    | b)                              |
| UA200               | ---                    | Finalidades/Objetivos/Competências | DSE                                | 0                                      | 2                                    | b)                              |
| UA203               | ---                    | Finalidades/Objetivos/Competências | DF                                 | 0                                      | 3                                    | b)                              |
| UA209               | 1, 2                   | Temas/Conteúdos                    | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                  |
| UA211               | —                      | Atividades                         | DF                                 | 0                                      | 3                                    | C <sup>-</sup>                  |
| UA213               | 1, 2                   | Temas/Conteúdos                    | DSE                                | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                  |



| Unidades de análise | Subunidades de análise | Indicador                          | Análise por UA                     |  |                                      |                                 |
|---------------------|------------------------|------------------------------------|------------------------------------|--|--------------------------------------|---------------------------------|
|                     |                        |                                    | O que                              |  |                                      | O como                          |
|                     |                        |                                    | Dimensões da construção da ciência | Grau de complexidade dos conhecimentos | Grau de complexidade das capacidades | Intradisciplinaridade CC-CM (C) |
| 1.                  |                        |                                    | DH                                 | 2                                      | 0                                    |                                 |
| UA216               | ---                    | Temas/Conteúdos                    | DSE                                | 0                                      | 4                                    | b)                              |
| UA217               | ---                    | Temas/Conteúdos                    | DSE                                | 2                                      | 0                                    | C <sup>++</sup>                 |
| UA218               | ---                    | Esquemas/Diagramas/Imagens         | DSE                                | 2                                      | 0                                    | C <sup>++</sup>                 |
| UA219               | ---                    | Temas/Conteúdos                    | DSE                                | 2                                      | 0                                    | C <sup>++</sup>                 |
| UA220               | ---                    | Temas/Conteúdos                    | DSE                                | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                  |
| UA224               | 1, 2, 3                | Temas/Conteúdos                    | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                  |
|                     |                        |                                    | DSE                                | 2                                      | 0                                    |                                 |
| UA242               | ---                    | Finalidades/Objetivos/Competências | DF                                 | 0                                      | 4                                    | b)                              |
| UA251               | ---                    | Finalidades/Objetivos/Competências | DF                                 | Ambígua                                | 0                                    | b)                              |
| UA254               | ---                    | Finalidades/Objetivos/Competências | DH                                 | 0                                      | 6                                    | b)                              |
| UA256               | ---                    | Avaliação                          | DF                                 | 0                                      | 2                                    | b)                              |
| UA259               | ---                    | Temas/Conteúdos                    | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                  |
|                     |                        |                                    | DSE                                | 2                                      | 0                                    |                                 |
| UA262               | ---                    | Temas/Conteúdos                    | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                  |
| UA272               | 1, 2                   | Temas/Conteúdos                    | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>+</sup>                  |
|                     |                        |                                    | DH                                 | 2                                      | 0                                    |                                 |
| UA288               | 1, 2, 3                | Temas/Conteúdos                    | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                  |

| Unidades de análise | Subunidades de análise | Indicador                          | Análise por UA                     |  |                                      |                                 |
|---------------------|------------------------|------------------------------------|------------------------------------|--|--------------------------------------|---------------------------------|
|                     |                        |                                    | O que                              |  |                                      | O como                          |
|                     |                        |                                    | Dimensões da construção da ciência | Grau de complexidade dos conhecimentos | Grau de complexidade das capacidades | Intradisciplinaridade CC-CM (C) |
|                     |                        |                                    | DH                                 | 2                                      | 0                                    |                                 |
| UA289               | ---                    | Atividades                         | DF                                 | 2                                      | 2                                    | C <sup>++</sup>                 |
| UA293               | 1, 2, 3                | Temas/Conteúdos                    | DSE                                | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                  |
| UA294               | ---                    | Esquemas/Diagramas/Imagens         | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>++</sup>                 |
| UA295               | ---                    | Esquemas/Diagramas/Imagens         | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>++</sup>                 |
| UA296               | ---                    | Esquemas/Diagramas/Imagens         | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                  |
| UA297               | ---                    | Esquemas/Diagramas/Imagens         | DSE                                | 2                                      | 0                                    | C <sup>++</sup>                 |
| UA298               | ---                    | Esquemas/Diagramas/Imagens         | DSE                                | 2                                      | 0                                    | C <sup>++</sup>                 |
| UA299               | ---                    | Esquemas/Diagramas/Imagens         | DSE                                | 2                                      | 0                                    | C <sup>++</sup>                 |
| UA300               | ---                    | Atividades                         | DF                                 | 2                                      | 4                                    | C <sup>++</sup>                 |
|                     |                        |                                    | DSE                                | 2                                      | 0                                    |                                 |
| UA301               | ---                    | Temas/Conteúdos                    | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                  |
|                     |                        |                                    | DSE                                | 2                                      | 0                                    |                                 |
| UA303               | ---                    | Atividades                         | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>++</sup>                 |
| UA304               | ---                    | Temas/Conteúdos                    | DSE                                | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                  |
| UA305               | ---                    | Esquemas/Diagramas/Imagens         | DSE                                | 2                                      | 0                                    | C <sup>++</sup>                 |
| UA311               | —                      | Finalidades/Objetivos/Competências | DSE                                | 0                                      | 4                                    | b)                              |
| UA312               | —                      | Finalidades/Objetivos/Competências | DF                                 | 0                                      | 6                                    | b)                              |

| Unidades de análise | Subunidades de análise | Indicador                          | Análise por UA                     |  |                                      |                                 |
|---------------------|------------------------|------------------------------------|------------------------------------|--|--------------------------------------|---------------------------------|
|                     |                        |                                    | <i>O que</i>                       |  |                                      | <i>O como</i>                   |
|                     |                        |                                    | Dimensões da construção da ciência | Grau de complexidade dos conhecimentos | Grau de complexidade das capacidades | Intradisciplinaridade CC-CM (C) |
| UA313               | —                      | Finalidades/Objetivos/Competências | DF                                 | 0                                      | 4                                    | b)                              |
| UA314               | —                      | Finalidades/Objetivos/Competências | DSE                                | 0                                      | 4                                    | b)                              |
| UA315               | —                      | Finalidades/Objetivos/Competências | DF                                 | 0                                      | 4                                    | b)                              |
| UA317               | —                      | Finalidades/Objetivos/Competências | DH                                 | 0                                      | 6                                    | b)                              |
| UA320               | —                      | Avaliação                          | DF                                 | 0                                      | 6                                    | C --                            |

*Legenda:* CC- conhecimentos científicos; CM - conhecimentos metacientíficos; C – Classificação; DF – dimensão filosófica; DH – dimensão histórica; DP – dimensão psicológica; DSI – dimensão sociológica interna; DSE – dimensão sociológica externa; UA – unidade de análise; b) Não contempla conhecimentos metacientíficos, pelo que não é considerada para a avaliação da intradisciplinaridade entre conhecimentos científicos e metacientíficos (*o como* avaliado em termos de classificação entre CC e CM).

*Nota:* As unidades de análise são apresentadas pela ordem em que estão no manual.

### 3.1. MANUAL A (continuação)

#### 3.1.2. CORPO DO MANUAL - COMPONENTE DE GEOLOGIA

| Unidades de análise | Subunidades de análise | Indicador                  | Análise por UA                     |  |                                      |                                 |
|---------------------|------------------------|----------------------------|------------------------------------|--|--------------------------------------|---------------------------------|
|                     |                        |                            | O que                              |  |                                      | O como                          |
|                     |                        |                            | Dimensões da construção da ciência | Grau de complexidade dos conhecimentos | Grau de complexidade das capacidades | Intradisciplinaridade CC-CM (C) |
| UA1                 | ---                    | Temas/Conteúdos            | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>+</sup>                  |
| UA5                 | ---                    | Temas/Conteúdos            | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>--</sup>                 |
| UA11                | ---                    | Temas/Conteúdos            | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>--</sup>                 |
| UA14                | ---                    | Temas/Conteúdos            | DF                                 | 3                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                  |
| UA16                | 1, 2, 3, 4, 5          | Temas/Conteúdos            | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                  |
|                     |                        |                            | DSE                                | 2                                      | 0                                    |                                 |
| UA20                | 1                      | Temas/Conteúdos            | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>+</sup>                  |
| UA26                | 1, 2, 3                | Temas/Conteúdos            | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                  |
| UA30                | ---                    | Atividades                 | DF                                 | 0                                      | 4                                    | b)                              |
| UA31                | 1                      | Temas/Conteúdos            | DH                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>+</sup>                  |
| UA33                | ---                    | Atividades                 | DF                                 | 2                                      | 4                                    | C <sup>--</sup>                 |
| UA34                | ---                    | Esquemas/Diagramas/Imagens | DF                                 | 0                                      | 0                                    | C <sup>--</sup>                 |
|                     |                        |                            | DSI                                | 2                                      | 0                                    |                                 |
| UA35                | ---                    | Temas/Conteúdos            | DF                                 | 0                                      | 3                                    | b)                              |
|                     |                        |                            | DH                                 | 0                                      | 6                                    |                                 |

| Unidades de análise | Subunidades de análise | Indicador                          | Análise por UA                     |  |                                      |                                 |
|---------------------|------------------------|------------------------------------|------------------------------------|--|--------------------------------------|---------------------------------|
|                     |                        |                                    | O que                              |  |                                      | O como                          |
|                     |                        |                                    | Dimensões da construção da ciência | Grau de complexidade dos conhecimentos | Grau de complexidade das capacidades | Intradisciplinaridade CC-CM (C) |
| UA43                | ---                    | Finalidade/Objetivos/Competências  | DH                                 | 0                                      | 6                                    | b)                              |
| UA44                | ---                    | Finalidades/Objetivos/Competências | DF                                 | 0                                      | 5                                    | b)                              |
| UA53                | 1, 2                   | Temas/Conteúdos                    | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>--</sup>                 |
|                     |                        |                                    | DH                                 | 2                                      | 0                                    |                                 |
| UA54                | ---                    | Atividades                         | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>--</sup>                 |
|                     |                        |                                    | DH                                 | 2                                      | 4                                    |                                 |
|                     |                        |                                    | DP                                 | 2                                      | 0                                    |                                 |
|                     |                        |                                    | DSI                                | 2                                      | 0                                    |                                 |
|                     |                        |                                    | DSE                                | 2                                      | 0                                    |                                 |
| UA55                | 1, 2, 3, 4, 5, 6       | Temas/Conteúdos                    | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>--</sup>                 |
| UA56                | ---                    | Atividades                         | DF                                 | 0                                      | 5                                    | b)                              |
| UA58                | ---                    | Atividades                         | DF                                 | 0                                      | 4                                    | b)                              |
| UA                  | ---                    | Atividades                         | DF                                 | 0                                      | 5                                    | b)                              |
| UA59                | ---                    | Esquemas/Diagramas/Imagens         | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>+</sup>                  |
| UA60                | ---                    | Temas/Conteúdos                    | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                  |
| UA61                | 1, 2                   | Temas/Conteúdos                    | DF                                 | 3                                      | 0                                    | C <sup>--</sup>                 |
| UA61                | ---                    | Esquemas/Diagramas/Imagens         | DF                                 | 1                                      | 0                                    | C <sup>--</sup>                 |

| Unidades de análise | Subunidades de análise | Indicador                          | Análise por UA                     |  |                                      |                                 |
|---------------------|------------------------|------------------------------------|------------------------------------|--|--------------------------------------|---------------------------------|
|                     |                        |                                    | O que                              |  |                                      | O como                          |
|                     |                        |                                    | Dimensões da construção da ciência | Grau de complexidade dos conhecimentos | Grau de complexidade das capacidades | Intradisciplinaridade CC-CM (C) |
| UA63                | 1, 2, 3, 4, 5          | Temas/Conteúdos                    | DF                                 | 4                                      | 0                                    | C <sup>++</sup>                 |
|                     |                        |                                    | DSI                                | 3                                      | 0                                    |                                 |
| UA65                | ---                    | Atividades                         | DF                                 | 2                                      | 4                                    | C <sup>++</sup>                 |
| UA69                | 1, 2, 3, 4             | Temas/Conteúdos                    | DF                                 | 4                                      | 0                                    | C <sup>++</sup>                 |
|                     |                        |                                    | DSI                                | 3                                      | 0                                    |                                 |
| UA70                | 1, 2                   | Atividades                         | DF                                 | 4                                      | 5                                    | C <sup>+</sup>                  |
|                     |                        |                                    | DSI                                | 3                                      | 0                                    |                                 |
| UA71                | ---                    | Temas/Conteúdos                    | DF                                 | 4                                      | 0                                    | C <sup>+</sup>                  |
| UA72                | 1, 2, 3, 4             | Temas/Conteúdos                    | DF                                 | 3                                      | 0                                    | C <sup>+</sup>                  |
| UA73                | 1, 2                   | Atividades                         | DF                                 | 2                                      | 5                                    | C <sup>+</sup>                  |
| UA74                | ---                    | Atividades                         | DF                                 | 0                                      | 3                                    | b)                              |
| UA76                | ---                    | Esquemas/Diagramas/Imagens         | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>+</sup>                  |
| UA78                | ---                    | Finalidades/Objetivos/Competências | DF                                 | 0                                      | 3                                    | b)                              |
| UA79                | ---                    | Finalidades/Objetivos/Competências | DSE                                | 0                                      | 4                                    | b)                              |
| UA80                | ---                    | Finalidades/Objetivos/Competências | DH                                 | 0                                      | 4                                    | b)                              |
| UA81                | ---                    | Finalidades/Objetivos/Competências | DSE                                | 0                                      | 2                                    | b)                              |
| UA82                | ---                    | Finalidades/Objetivos/Competências | DF                                 | 0                                      | 2                                    | b)                              |

| Unidades de análise | Subunidades de análise | Indicador                          | Análise por UA                     |  |                                      |                                 |
|---------------------|------------------------|------------------------------------|------------------------------------|--|--------------------------------------|---------------------------------|
|                     |                        |                                    | O que                              |  |                                      | O como                          |
|                     |                        |                                    | Dimensões da construção da ciência | Grau de complexidade dos conhecimentos | Grau de complexidade das capacidades | Intradisciplinaridade CC-CM (C) |
| UA83                | ---                    | Finalidades/Objetivos/Competências | DH                                 | 0                                      | 1                                    | b)                              |
| UA84                | ---                    | Finalidades/Objetivos/Competências | DH                                 | 0                                      | 4                                    | b)                              |
| UA85                | ---                    | Finalidades/Objetivos/Competências | DP                                 | 0                                      | 2                                    | b)                              |
|                     |                        |                                    | DSI                                | 0                                      | 2                                    |                                 |
| UA89                | ---                    | Avaliação                          | DF                                 | 0                                      | 2                                    | b)                              |
| UA91                | ---                    | Avaliação                          | DF                                 | 0                                      | 5                                    | b)                              |
| UA94                | 1, 2                   | Temas/Conteúdos                    | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>++</sup>                 |
|                     |                        |                                    | DH                                 | 2                                      | 0                                    |                                 |
|                     |                        |                                    | DP                                 | 2                                      | 0                                    |                                 |
|                     |                        |                                    | DSE                                | 2                                      | 0                                    |                                 |
| UA95                | ---                    | Esquemas/Diagramas/Imagens         | DF                                 | 0                                      | 0                                    | C <sup>++</sup>                 |
|                     |                        |                                    | DH                                 | 0                                      | 0                                    |                                 |
|                     |                        |                                    | DP                                 | 0                                      | 0                                    |                                 |
|                     |                        |                                    | DSI                                | 0                                      | 0                                    |                                 |
|                     |                        |                                    | DSE                                | 2                                      | 0                                    |                                 |
| UA96                | 1, 2, 3, 4             | Temas/Conteúdos                    | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                  |
|                     |                        |                                    | DSI                                | 2                                      | 0                                    |                                 |

| Unidades de análise | Subunidades de análise | Indicador       | Análise por UA                     |  |                                      |                                 |
|---------------------|------------------------|-----------------|------------------------------------|--|--------------------------------------|---------------------------------|
|                     |                        |                 | O que                              |  |                                      | O como                          |
|                     |                        |                 | Dimensões da construção da ciência | Grau de complexidade dos conhecimentos | Grau de complexidade das capacidades | Intradisciplinaridade CC-CM (C) |
| UA99                | ---                    | Atividades      | DF                                 | 2                                      | 5                                    | C <sup>++</sup>                 |
|                     |                        |                 | DH                                 | 0                                      | 2                                    |                                 |
|                     |                        |                 | DSI                                | 2                                      | 5                                    |                                 |
|                     |                        |                 | DSE                                | 0                                      | 2                                    |                                 |
| UA109               | 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7    | Temas/Conteúdos | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                  |
|                     |                        |                 | DH                                 | 2                                      | 0                                    |                                 |
|                     |                        |                 | DSI                                | 2                                      | 0                                    |                                 |
|                     |                        |                 | DSE                                | 3                                      | 0                                    |                                 |
| UA110               | ---                    | Atividades      | DF                                 | 2                                      | 5                                    | C <sup>-</sup>                  |
| UA111               | ---                    | Temas/Conteúdos | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                  |
| UA118               | ---                    | Temas/Conteúdos | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                  |
|                     |                        |                 | DH                                 | 2                                      | 0                                    |                                 |
|                     |                        |                 | DSE                                | 2                                      | 0                                    |                                 |
| UA120               | ---                    | Temas/Conteúdos | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                  |
|                     |                        |                 | DH                                 | 3                                      | 0                                    |                                 |
|                     |                        |                 | DSE                                | 2                                      | 0                                    |                                 |
| UA121               | ---                    | Atividades      | DF                                 | 0                                      | 5                                    | b)                              |



| Unidades de análise | Subunidades de análise | Indicador                          | Análise por UA                     |  |                                      |                                 |
|---------------------|------------------------|------------------------------------|------------------------------------|--|--------------------------------------|---------------------------------|
|                     |                        |                                    | O que                              |  |                                      | O como                          |
|                     |                        |                                    | Dimensões da construção da ciência | Grau de complexidade dos conhecimentos | Grau de complexidade das capacidades | Intradisciplinaridade CC-CM (C) |
| UA126               | 1, 2                   | Temas/Conteúdos                    | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                  |
|                     |                        |                                    | DSE                                | 2                                      | 0                                    |                                 |
| UA127               | ---                    | Atividades                         | DSE                                | 2                                      | 0                                    | C <sup>++</sup>                 |
| UA128               | ---                    | Atividades                         | DF                                 | 0                                      | 2                                    | b)                              |
| UA134               | 1, 2                   | Temas/Conteúdos                    | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                  |
|                     |                        |                                    | DSE                                | 2                                      | 0                                    |                                 |
| UA136               | ---                    | Esquemas/Diagramas/Imagens         | DSE                                | 2                                      | 0                                    | C <sup>+</sup>                  |
| UA138               | 1, 2                   | Temas/Conteúdos                    | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>+</sup>                  |
|                     |                        |                                    | DSE                                | 2                                      | 0                                    |                                 |
| UA144               | ---                    | Atividades                         | DF                                 | 0                                      | 5                                    | b)                              |
| UA155               | ---                    | Finalidades/Objetivos/Competências | DSE                                | 0                                      | 6                                    | b)                              |
| UA157               | ---                    | Finalidades/Objetivos/Competências | DP                                 | 0                                      | 2                                    | b)                              |
|                     |                        |                                    | DSI                                | 0                                      | 2                                    |                                 |
| UA158               | ---                    | Finalidades/Objetivos/Competências | DSI                                | 0                                      | 2                                    | b)                              |
| UA159               | ---                    | Finalidades/Objetivos/Competências | DF                                 | 0                                      | 4                                    | b)                              |
|                     |                        |                                    | DH                                 | 0                                      | 2                                    |                                 |
| UA160               | ---                    | Finalidades/Objetivos/Competências | DF                                 | 0                                      | 4                                    | b)                              |

| Unidades de análise | Subunidades de análise                                    | Indicador                  | Análise por UA                     |  |                                      |                                 |
|---------------------|---|----------------------------|------------------------------------|--|--------------------------------------|---------------------------------|
|                     |   |                            | O que                              |  |                                      | O como                          |
|                     |   |                            | Dimensões da construção da ciência | Grau de complexidade dos conhecimentos | Grau de complexidade das capacidades | Intradisciplinaridade CC-CM (C) |
| UA170               | ---   | Temas/Conteúdos            | DF                                 | Ambígua                                |                                      | C <sup>+</sup>                  |
| UA171               | 1, 2, 3   | Temas/Conteúdos            | DF                                 | 3                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                  |
|                     |   |                            | DSE                                | 2                                      | 0                                    |                                 |
| UA172               |   | Temas/Conteúdos            | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>--</sup>                 |
| UA173               | ---   | Esquemas/Diagramas/Imagens | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>--</sup>                 |
| UA174               | 1, 2, 3   | Temas/Conteúdos            | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                  |
|                     |   |                            | DSE                                | 2                                      | 0                                    |                                 |
| UA175               | 1, 2  | Atividades                 | DF                                 | 2                                      | 2                                    | C <sup>--</sup>                 |
|                     |   |                            | DSE                                | 0                                      | 2                                    |                                 |
| UA177               | 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17 | Temas/Conteúdos            | DF                                 | 3                                      | 0                                    | C <sup>--</sup>                 |
|                     |   |                            | DH                                 | 3                                      | 0                                    |                                 |
|                     |   |                            | DSI                                | 2                                      | 0                                    |                                 |
|                     |   |                            | DSE                                | 2                                      | 0                                    |                                 |
| UA178               | ---   | Esquemas/Diagramas/Imagens | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>+</sup>                  |
| UA179               | ---   | Atividades                 | DF                                 | 2                                      | 5                                    | C <sup>-</sup>                  |
| UA180               | ---   | Esquemas/Diagramas/Imagens | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                  |
| UA182               | ---   | Atividades                 | DF                                 | 2                                      | 3                                    | C <sup>-</sup>                  |

| Unidades de análise | Subunidades de análise | Indicador                  | Análise por UA                     |  |                                      |                                 |
|---------------------|------------------------|----------------------------|------------------------------------|--|--------------------------------------|---------------------------------|
|                     |                        |                            | O que                              |  |                                      | O como                          |
|                     |                        |                            | Dimensões da construção da ciência | Grau de complexidade dos conhecimentos | Grau de complexidade das capacidades | Intradisciplinaridade CC-CM (C) |
| UA184               | ---                    | Atividades                 | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                  |
| UA185               | ---                    | Temas/Conteúdos            | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>+</sup>                  |
| UA186               | 1, 2                   | Temas/Conteúdos            | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                  |
|                     |                        |                            | DSI                                | 2                                      | 0                                    |                                 |
| UA189               | 1, 2                   | Temas/Conteúdos            | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>+</sup>                  |
| UA190               | ---                    | Atividades                 | DF                                 | 0                                      | 4                                    | b)                              |
| UA200               | ---                    | Atividades                 | DF                                 | 0                                      | 2                                    | b)                              |
| UA202               | 1, 2                   | Temas/Conteúdos            | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>--</sup>                 |
|                     |                        |                            | DSE                                | 2                                      | 0                                    |                                 |
| UA203               | ---                    | Esquemas/Diagramas/Imagens | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>+</sup>                  |
|                     |                        |                            | DSE                                | 2                                      | 0                                    |                                 |
| UA204               | 1                      | Temas/Conteúdos            | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>+</sup>                  |
| UA205               | 1, 2                   | Temas/Conteúdos            | DF                                 | 4                                      | 0                                    | C <sup>--</sup>                 |
|                     |                        |                            | DH                                 | 2                                      | 0                                    |                                 |
| UA207               | 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 | Temas/Conteúdos            | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                  |
|                     |                        |                            | DH                                 | 2                                      | 0                                    |                                 |
|                     |                        |                            | DSE                                | 2                                      | 0                                    |                                 |

| Unidades de análise | Subunidades de análise | Indicador                  | Análise por UA                     |  |                                      |                                 |
|---------------------|------------------------|----------------------------|------------------------------------|--|--------------------------------------|---------------------------------|
|                     |                        |                            | O que                              |  |                                      | O como                          |
|                     |                        |                            | Dimensões da construção da ciência | Grau de complexidade dos conhecimentos | Grau de complexidade das capacidades | Intradisciplinaridade CC-CM (C) |
| UA211               | ---                    | Atividades                 | DF                                 | 0                                      | 6                                    | b)                              |
| UA214               | ---                    | Esquemas/Diagramas/Imagens | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>+</sup>                  |
| UA215               | ---                    | Esquemas/Diagramas/Imagens | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>++</sup>                 |
| UA217               | ---                    | Atividades                 | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                  |
| UA219               | 1, 2, 3                | Temas/Conteúdos            | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                  |
|                     |                        |                            | DSE                                | 2                                      | 0                                    |                                 |
| UA220               | ---                    | Esquemas/Diagramas/Imagens | DSE                                | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                  |
| UA225               | ---                    | Temas/Conteúdos            | DSE                                | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                  |
| UA226               | ---                    | Atividades                 | DF                                 | 0                                      | 4                                    | b)                              |
| UA227               | ---                    | Temas/Conteúdos            | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>++</sup>                 |
| UA229               | 1, 2, 3, 4, 5, 6       | Temas/Conteúdos            | DF                                 | 3                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                  |
|                     |                        |                            | DSI                                | 2                                      | 0                                    |                                 |
| UA230               | ---                    | Atividades                 | DF                                 | 2                                      | 4                                    | C <sup>-</sup>                  |
| UA232               | ---                    | Atividades                 | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                  |
| UA233               | ---                    | Atividades                 | DF                                 | 0                                      | 6                                    | b)                              |
| UA235               | 1, 2, 3, 4, 5          | Temas/Conteúdos            | DF                                 | 3                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                  |
|                     |                        |                            | DSE                                | 2                                      | 0                                    |                                 |

| Unidades de análise | Subunidades de análise | Indicador                          | Análise por UA                     |  |                                      |                                 |
|---------------------|------------------------|------------------------------------|------------------------------------|--|--------------------------------------|---------------------------------|
|                     |                        |                                    | O que                              |  |                                      | O como                          |
|                     |                        |                                    | Dimensões da construção da ciência | Grau de complexidade dos conhecimentos | Grau de complexidade das capacidades | Intradisciplinaridade CC-CM (C) |
| UA236               | ---                    | Atividades                         | DF                                 | 4                                      | 5                                    | C <sup>++</sup>                 |
|                     |                        |                                    | DH                                 | 2                                      | 0                                    |                                 |
|                     |                        |                                    | DSI                                | 2                                      | Ambígua                              |                                 |
| UA239               | ---                    | Esquemas/Diagramas/Imagens         | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>+</sup>                  |
| UA240               | ---                    | Esquemas/Diagramas/Imagens         | DF                                 | 3                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                  |
| UA241               | ---                    | Temas/Conteúdos                    | DF                                 | 3                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                  |
| UA242               | ---                    | Temas/Conteúdos                    | DF                                 | 3                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                  |
| UA244               | 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 | Temas/Conteúdos                    | DF                                 | 3                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                  |
|                     |                        |                                    | DH                                 | 2                                      | 0                                    |                                 |
| UA245               | ---                    | Temas/Conteúdos                    | DF                                 | 3                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                  |
| UA248               | ---                    | Finalidades/Objetivos/Competências | DF                                 | 0                                      | 2                                    | b)                              |
| UA249               | ---                    | Finalidades/Objetivos/Competências | DF                                 | 0                                      | 2                                    | b)                              |
|                     |                        |                                    | DH                                 | 0                                      | 0                                    |                                 |
|                     |                        |                                    | DP                                 | 0                                      | 0                                    |                                 |
|                     |                        |                                    | DSI                                | 0                                      | 0                                    |                                 |
|                     |                        |                                    | DSE                                | 0                                      | 0                                    |                                 |
| UA256               | ---                    | Finalidades/Objetivos/Competências | DSE                                | 0                                      | Ambígua                              | b)                              |

| Unidades de análise | Subunidades de análise | Indicador                          | Análise por UA                     |  |                                      |                                 |
|---------------------|------------------------|------------------------------------|------------------------------------|--|--------------------------------------|---------------------------------|
|                     |                        |                                    | O que                              |  |                                      | O como                          |
|                     |                        |                                    | Dimensões da construção da ciência | Grau de complexidade dos conhecimentos | Grau de complexidade das capacidades | Intradisciplinaridade CC-CM (C) |
| UA257               | ---                    | Finalidades/Objetivos/Competências | DF                                 | 0                                      | 4                                    | b)                              |
|                     |                        |                                    | DSE                                | 0                                      | 4                                    |                                 |
| UA258               | ---                    | Finalidades/Objetivos/Competências | DF                                 | 0                                      | 3                                    | b)                              |
| UA259               | ---                    | Finalidades/Objetivos/Competências | DF                                 | 0                                      | 0                                    | b)                              |
|                     |                        |                                    | DSE                                | 0                                      | 1                                    |                                 |
| UA260               | ---                    | Finalidades/Objetivos/Competências | DH                                 | 0                                      | Ambígua                              | b)                              |
| UA262               | ---                    | Finalidades/Objetivos/Competências | DF                                 | 0                                      | 5                                    | b)                              |
| UA267               | ---                    | Avaliação                          | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>+</sup>                  |
|                     |                        |                                    | DF                                 | 0                                      | 2                                    |                                 |
| UA271               | ---                    | Avaliação                          | DF                                 | 0                                      | 3                                    | b)                              |
| UA275               | ---                    | Avaliação                          | DF                                 | 0                                      | 5                                    | C <sup>-</sup>                  |

*Legenda:* CC- conhecimentos científicos; CM - conhecimentos metacientíficos; C – Classificação; DF – dimensão filosófica; DH – dimensão histórica; DP – dimensão psicológica; DSI – dimensão sociológica interna; DSE – dimensão sociológica externa; UA – unidade de análise; b) Não contempla conhecimentos metacientíficos, pelo que não é considerada para a avaliação da intradisciplinaridade entre conhecimentos científicos e metacientíficos (*o como* avaliado em termos de classificação entre CC e CM).

*Nota:* As unidades de análise são apresentadas pela ordem em que estão no manual.

### 3.1. MANUAL A (continuação)

#### 3.1.3. MATERIAIS DOS PROFESSORES - COMPONENTE DE BIOLOGIA

| Unidades de análise | Indicador       | Análise por UA                     |  |                                      |                                  |   |  |
|---------------------|-----------------|------------------------------------|--|--------------------------------------|----------------------------------|---|--|
|                     |                 | <i>O que</i>                       |  |                                      | <i>O como</i>                    |   |  |
|                     |                 | Dimensões da construção da ciência | Grau de complexidade dos conhecimentos | Grau de complexidade das capacidades | Intra-disciplinaridade CC-CM (C) | CrITÉrios de avaliação <i>O que</i> (E) | CrITÉrios de avaliação <i>O como</i> (E) |
| UA1                 | Temas/Conteúdos | DF                                 | 3                                      | 0                                    | C <sup>++</sup>                  | E <sup>++</sup>                         | E <sup>++</sup>                          |
|                     |                 | DH                                 | 3                                      | 0                                    |                                  |   |  |
|                     |                 | DSE                                | 3                                      | 0                                    |                                  |   |  |
| UA14                | Temas/Conteúdos | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>++</sup>                  | E <sup>-</sup>                          | E <sup>-</sup>                           |
|                     |                 | DH                                 | 2                                      | 0                                    |                                  |   |  |
| UA18                | Atividades      | DSI                                | 2                                      | 0                                    | C <sup>++</sup>                  | E <sup>++</sup>                         | E <sup>++</sup>                          |
| UA33                | Temas/Conteúdos | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>+</sup>                   | E <sup>-</sup>                          | a)                                       |
|                     |                 | DH                                 | 2                                      | 0                                    |                                  |   |  |
|                     |                 | DSI                                | 2                                      | 0                                    |                                  |   |  |
|                     |                 | DSE                                | 2                                      | 0                                    |                                  |   |  |
| UA34                | Temas/Conteúdos | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>++</sup>                  | E <sup>-</sup>                          | E <sup>-</sup>                           |
| UA54                | Temas/Conteúdos | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>++</sup>                  | E <sup>-</sup>                          | E <sup>-</sup>                           |
| UA56                | Temas/Conteúdos | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>++</sup>                  | E <sup>-</sup>                          | E <sup>-</sup>                           |
|                     |                 | DH                                 | 2                                      | 0                                    |                                  |   |  |
| UA57                | Temas/Conteúdos | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>++</sup>                  | E <sup>-</sup>                          | E <sup>-</sup>                           |

| Unidades de análise | Indicador       | Análise por UA                     |  |                                      |                                  |   |  |
|---------------------|-----------------|------------------------------------|--|--------------------------------------|----------------------------------|---|--|
|                     |                 | <i>O que</i>                       |  |                                      | <i>O como</i>                    |   |  |
|                     |                 | Dimensões da construção da ciência | Grau de complexidade dos conhecimentos | Grau de complexidade das capacidades | Intra-disciplinaridade CC-CM (C) | CrITÉRIOS de avaliação <i>O que</i> (E) | CrITÉRIOS de avaliação <i>O como</i> (E) |
|                     |                 | DH                                 | 2                                      | 0                                    |                                  |   |  |
| UA58                | Temas/Conteúdos | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>+</sup>                   | E <sup>-</sup>                          | a)                                       |
| UA66                | Temas/Conteúdos | DF                                 | Ambígua                                | 0                                    | C <sup>+</sup>                   | E <sup>-</sup>                          | a)                                       |
| UA67                | Temas/Conteúdos | DF                                 | Ambíguo                                | 0                                    | C <sup>+</sup>                   | E <sup>-</sup>                          | a)                                       |
| UA69                | Temas/Conteúdos | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                   | E <sup>-</sup>                          | E <sup>-</sup>                           |
| UA70                | Atividades      | DF                                 | 0                                      | 2                                    | b)                               | E <sup>-</sup>                          | b)                                       |
| UA72                | Temas/Conteúdos | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                   | E <sup>-</sup>                          | E <sup>-</sup>                           |
| UA73                | Temas/Conteúdos | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                   | E <sup>-</sup>                          | E <sup>-</sup>                           |
| UA74                | Temas/Conteúdos | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                   | E <sup>-</sup>                          | E <sup>-</sup>                           |
| UA76                | Temas/Conteúdos | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                   | E <sup>-</sup>                          | E <sup>-</sup>                           |
| UA78                | Temas/Conteúdos | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                   | E <sup>-</sup>                          | E <sup>-</sup>                           |
| UA79                | Temas/Conteúdos | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                   | E <sup>-</sup>                          | E <sup>-</sup>                           |
| UA96                | Temas/Conteúdos | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                   | E <sup>-</sup>                          | E <sup>-</sup>                           |
|                     |                 | DH                                 | 2                                      | 0                                    |                                  |   |  |
| UA100               | Temas/Conteúdos | DSE                                | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                   | E <sup>-</sup>                          | E <sup>-</sup>                           |
| UA107               | Temas/Conteúdos | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                   | E <sup>-</sup>                          | E <sup>-</sup>                           |
| UA108               | Temas/Conteúdos | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                   | E <sup>-</sup>                          | E <sup>-</sup>                           |
| UA109               | Temas/Conteúdos | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                   | E <sup>-</sup>                          | E <sup>-</sup>                           |



| Unidades de análise | Indicador       | Análise por UA                     |  |                                      |                                  |   |  |
|---------------------|-----------------|------------------------------------|--|--------------------------------------|----------------------------------|---|--|
|                     |                 | <i>O que</i>                       |  |                                      | <i>O como</i>                    |   |  |
|                     |                 | Dimensões da construção da ciência | Grau de complexidade dos conhecimentos | Grau de complexidade das capacidades | Intra-disciplinaridade CC-CM (C) | Critérios de avaliação <i>O que</i> (E) | Critérios de avaliação <i>O como</i> (E) |
| UA110               | Temas/Conteúdos | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                   | E <sup>-</sup>                          | E <sup>-</sup>                           |
| UA111               | Temas/Conteúdos | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                   | E <sup>-</sup>                          | E <sup>-</sup>                           |
| UA112               | Temas/Conteúdos | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                   | E <sup>-</sup>                          | E <sup>-</sup>                           |
| UA116               | Temas/Conteúdos | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                   | E <sup>-</sup>                          | E <sup>-</sup>                           |
| UA126               | Temas/Conteúdos | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                   | E <sup>-</sup>                          | E <sup>-</sup>                           |
| UA136               | Temas/Conteúdos | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                   | E <sup>-</sup>                          | E <sup>-</sup>                           |
|                     |                 | DH                                 | 2                                      | 0                                    |                                  |   |  |
| UA137               | Temas/Conteúdos | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                   | E <sup>-</sup>                          | E <sup>-</sup>                           |
|                     |                 | DH                                 | 2                                      | 0                                    |                                  |   |  |
| UA138               | Temas/Conteúdos | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                   | E <sup>--</sup>                         | E <sup>--</sup>                          |
| UA140               | Temas/Conteúdos | DH                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                   | E <sup>--</sup>                         | E <sup>--</sup>                          |
| UA142               | Temas/Conteúdos | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                   | E <sup>--</sup>                         | E <sup>--</sup>                          |
| UA143               | Atividades      | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                   | E <sup>-</sup>                          | E <sup>-</sup>                           |
| UA145               | Temas/Conteúdos | DSE                                | 2                                      | 0                                    | C <sup>+</sup>                   | E <sup>-</sup>                          | a)                                       |
| UA146               | Temas/Conteúdos | DSE                                | 2                                      | 0                                    | C <sup>--</sup>                  | E <sup>-</sup>                          | E <sup>-</sup>                           |
| UA147               | Temas/Conteúdos | DSE                                | 2                                      | 0                                    | C <sup>+</sup>                   | E <sup>--</sup>                         | a)                                       |
| UA148               | Temas/Conteúdos | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                   | E <sup>-</sup>                          | E <sup>-</sup>                           |
|                     |                 | DSE                                | 2                                      | 0                                    |                                  |   |  |

| Unidades de análise | Indicador                  | Análise por UA                     |  |                                      |                                  |   |  |
|---------------------|----------------------------|------------------------------------|--|--------------------------------------|----------------------------------|---|--|
|                     |                            | <i>O que</i>                       |  |                                      | <i>O como</i>                    |   |  |
|                     |                            | Dimensões da construção da ciência | Grau de complexidade dos conhecimentos | Grau de complexidade das capacidades | Intra-disciplinaridade CC-CM (C) | Critérios de avaliação <i>O que</i> (E) | Critérios de avaliação <i>O como</i> (E) |
| UA150               | Atividades                 | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C - -                            | E <sup>-</sup>                          | E <sup>-</sup>                           |
| UA151               | Temas/Conteúdos            | DF                                 | 2                                      | 3                                    | C-                               | E <sup>-</sup>                          | E <sup>-</sup>                           |
| UA152               | Temas/Conteúdos            | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C-                               | E <sup>-</sup>                          | E <sup>-</sup>                           |
| UA160               | Temas/Conteúdos            | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C -                              | E <sup>-</sup>                          | E <sup>-</sup>                           |
|                     |                            | DH                                 | 2                                      | 0                                    |                                  |   |  |
| UA162               | Esquemas/Diagramas/Imagens | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C- -                             | E <sup>-</sup>                          | E <sup>-</sup>                           |
| UA163               | Esquemas/Diagramas/Imagens | DH                                 | 2                                      | 0                                    | C- -                             | E <sup>-</sup>                          | E <sup>-</sup>                           |
| UA166               | Esquemas/Diagramas/Imagens | DF                                 | 2                                      | 3                                    | C+                               | E <sup>-</sup>                          | a)                                       |
|                     |                            | DH                                 | 2                                      | 0                                    |                                  |   |  |
| UA167               | Esquemas/Diagramas/Imagens | DF                                 | 0                                      | 4                                    | b)                               | E <sup>-</sup>                          | b)                                       |
| UA172               | Esquemas/Diagramas/Imagens | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C-                               | E--                                     | E--                                      |
| UA179               | Atividades                 | DF                                 | Ambíguo                                | Ambíguo                              | C+                               | E <sup>-</sup>                          | a)                                       |
| UA180               | Temas/Conteúdos            | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C+                               | E <sup>-</sup>                          | a)                                       |
| UA181               | Temas/Conteúdos_Atividades | DF                                 | Ambíguo                                | 0                                    | C+                               | E <sup>-</sup>                          | a)                                       |
| UA185               | Atividades                 | DF                                 | 0                                      | 3                                    | b)                               | E <sup>-</sup>                          | b)                                       |
| UA187               | Temas/Conteúdos            | DF                                 | Ambíguo                                | 0                                    | C+                               | E <sup>-</sup>                          | a)                                       |
|                     |                            | DH                                 | Ambíguo                                | 0                                    |                                  |   |  |

| Unidades de análise | Indicador                          | Análise por UA                     |  |                                      |                                  |   |  |
|---------------------|------------------------------------|------------------------------------|--|--------------------------------------|----------------------------------|---|--|
|                     |                                    | <i>O que</i>                       |  |                                      | <i>O como</i>                    |   |  |
|                     |                                    | Dimensões da construção da ciência | Grau de complexidade dos conhecimentos | Grau de complexidade das capacidades | Intra-disciplinaridade CC-CM (C) | Critérios de avaliação <i>O que</i> (E) | Critérios de avaliação <i>O como</i> (E) |
| UA188               | Temas/Conteúdos                    | DF                                 | Ambíguo                                | 0                                    | C+                               | E <sup>-</sup>                          | a)                                       |
|                     |                                    | DH                                 | Ambíguo                                | 0                                    |                                  |   |  |
|                     |                                    | DP                                 | Ambíguo                                | 0                                    |                                  |   |  |
|                     |                                    | DSI                                | Ambíguo                                | 0                                    |                                  |   |  |
| UA189               | Atividades                         | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                   | E <sup>+</sup>                          | E <sup>+</sup>                           |
| UA193               | Temas/Conteúdos_Esquemas/Diagramas | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>+</sup>                   | E <sup>-</sup>                          | a)                                       |
| UA200               | Temas/Conteúdos                    | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                   | E <sup>-</sup>                          | E <sup>-</sup>                           |
| UA207               | Temas/Conteúdos                    | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>++</sup>                  | E <sup>++</sup>                         | E <sup>++</sup>                          |
| UA208               | Temas/Conteúdos                    | DF                                 | 0                                      | 1                                    | b)                               | E <sup>-</sup>                          | b)                                       |
| UA209               | Temas/Conteúdos                    | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>+</sup>                   | E <sup>-</sup>                          | a)                                       |
|                     |                                    | DSE                                | 2                                      | 0                                    |                                  |   |  |
| UA211               | Temas/Conteúdos                    | DF                                 | 2                                      | 3                                    | C <sup>-</sup>                   | E <sup>-</sup>                          | E <sup>-</sup>                           |
| UA212               | Temas/Conteúdos                    | DF                                 | 0                                      | 3                                    | b)                               | E <sup>-</sup>                          | b)                                       |
| UA220               | Temas/Conteúdos                    | DF                                 | 0                                      | Ambíguo                              | C <sup>-</sup>                   | E <sup>-</sup>                          | E <sup>-</sup>                           |
| UA221               | Temas/Conteúdos                    | DF                                 | 0                                      | 3                                    | b)                               | E <sup>-</sup>                          | b)                                       |
| UA222               | Temas/Conteúdos                    | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                   | E <sup>-</sup>                          | E <sup>-</sup>                           |
| UA223               | Atividades                         | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>+</sup>                   | E <sup>+</sup>                          | a)                                       |
| UA224               | Atividades                         | DF                                 | 0                                      | 2                                    | b)                               | E <sup>-</sup>                          | b)                                       |

| Unidades de análise | Indicador       | Análise por UA                     |  |                                      |                                  |   |  |
|---------------------|-----------------|------------------------------------|--|--------------------------------------|----------------------------------|---|--|
|                     |                 | <i>O que</i>                       |  |                                      | <i>O como</i>                    |   |  |
|                     |                 | Dimensões da construção da ciência | Grau de complexidade dos conhecimentos | Grau de complexidade das capacidades | Intra-disciplinaridade CC-CM (C) | CrITÉRIOS de avaliação <i>O que</i> (E) | CrITÉRIOS de avaliação <i>O como</i> (E) |
|                     |                 | DH                                 | 2                                      | 0                                    |                                  |   | b)                                       |
| UA226               | Atividades      | DF                                 | 0                                      | 2                                    | b)                               | E <sup>-</sup>                          | b)                                       |
| UA232               | Temas/Conteúdos | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                   | E <sup>-</sup>                          | E <sup>-</sup>                           |
| UA235               | Temas/Conteúdos | DF                                 | 0                                      | 3                                    | b)                               | E <sup>+</sup>                          | b)                                       |
| UA239               | Temas/Conteúdos | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                   | E <sup>-</sup>                          | E <sup>-</sup>                           |
| UA242               | Atividades      | DF                                 | 0                                      | 3                                    | b)                               | E <sup>-</sup>                          | b)                                       |
| UA248               | Atividades      | DF                                 | 0                                      | Ambígua                              | C <sup>-</sup>                   | E <sup>+</sup>                          | E <sup>+</sup>                           |
| UA249               | Atividades      | DF                                 | 0                                      | Ambígua                              | C <sup>+</sup>                   | E <sup>-</sup>                          | b)                                       |
| UA251               | Temas/Conteúdos | DF                                 | 0                                      | 3                                    | b)                               | E <sup>-</sup>                          | b)                                       |
| UA260               | Atividades      | DF                                 | 1                                      | 0                                    | C <sup>+</sup>                   | E <sup>-</sup>                          | a)                                       |
| UA261               | Temas/Conteúdos | DF                                 | Ambíguo                                | 0                                    | C <sup>-</sup>                   | E <sup>-</sup>                          | E <sup>-</sup>                           |
| UA265               | Temas/Conteúdos | DSE                                | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                   | E <sup>-</sup>                          | E <sup>-</sup>                           |
| UA266               | Temas/Conteúdos | DSE                                | 0                                      | 3                                    | b)                               | E <sup>-</sup>                          | b)                                       |
| UA267               | Temas/Conteúdos | DF                                 | 0                                      | 2                                    | b)                               | E <sup>-</sup>                          | b)                                       |
| UA271               | Temas/Conteúdos | DSE                                | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                   | E <sup>-</sup>                          | E <sup>-</sup>                           |
| UA278               | Temas/Conteúdos | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                   | E <sup>-</sup>                          | E <sup>-</sup>                           |
|                     |                 | DSE                                | 2                                      | 0                                    |                                  |   |  |
| UA279               | Temas/Conteúdos | DF                                 | 0                                      | 2                                    | b)                               | E <sup>-</sup>                          | b)                                       |

| Unidades de análise | Indicador       | Análise por UA                     |  |                                      |                                  |   |  |
|---------------------|-----------------|------------------------------------|--|--------------------------------------|----------------------------------|---|--|
|                     |                 | <i>O que</i>                       |  |                                      | <i>O como</i>                    |   |  |
|                     |                 | Dimensões da construção da ciência | Grau de complexidade dos conhecimentos | Grau de complexidade das capacidades | Intra-disciplinaridade CC-CM (C) | Critérios de avaliação <i>O que</i> (E) | Critérios de avaliação <i>O como</i> (E) |
| UA289               | Temas/Conteúdos | DSE                                | 0                                      | 3                                    | b)                               | E <sup>+</sup>                          | b)                                       |
| UA290               | Temas/Conteúdos | DSE                                | 0                                      | 4                                    | b)                               | E <sup>+</sup>                          | b)                                       |
| UA300               | Temas/Conteúdos | DSE                                | 0                                      | 4                                    | b)                               | E <sup>-</sup>                          | b)                                       |
| UA301               | Temas/Conteúdos | DF                                 | 0                                      | 6                                    | b)                               | E <sup>-</sup>                          | b)                                       |
| UA302               | Atividades      | DF                                 | 0                                      | 3                                    | b)                               | E <sup>-</sup>                          | b)                                       |
| UA303               | Temas/Conteúdos | DSE                                | 0                                      | 2                                    | b)                               | E <sup>-</sup>                          | b)                                       |

*Legenda:* CC- conhecimentos científicos; CM - conhecimentos metacientíficos; C – Classificação; E – Enquadramento; DF – dimensão filosófica; DH – dimensão histórica; DP – dimensão psicológica; DSI – dimensão sociológica interna; DSE – dimensão sociológica externa; UA – unidade de análise; a) a UA contempla conhecimentos metacientíficos mas não as relações entre estes e os conhecimentos científicos (*o como*), pelo que não é considerada em termos do enquadramento de *o como* (critérios de avaliação de *o como*); b) A UA não contempla conhecimentos metacientíficos, pelo que não é considerada para a avaliação da intradisciplinaridade entre conhecimentos científicos e metacientíficos (*o como* avaliado em termos de classificação entre CC e CM) nem do enquadramento de *o como* (critérios de avaliação de *o como*).

### 3.1. MANUAL A (continuação)

#### 3.1.4. MATERIAIS DOS PROFESSORES - COMPONENTE DE GEOLOGIA

| Unidades de análise | Indicador       | Análise por UA                     |  |                                      |                                  |                                     |                                      |
|---------------------|-----------------|------------------------------------|--|--------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|
|                     |                 | <i>O que</i>                       |  |                                      | <i>O como</i>                    |                                     |                                      |
|                     |                 | Dimensões da construção da ciência | Grau de complexidade dos conhecimentos | Grau de complexidade das capacidades | Intra-disciplinaridade CC-CM (C) | CrITÉrios de avaliação <i>O que</i> | CrITÉrios de avaliação <i>O como</i> |
| UA1                 | Temas/Conteúdos | DF                                 | 3                                      | 0                                    | C <sup>++</sup>                  | E <sup>++</sup>                     | E <sup>++</sup>                      |
|                     |                 | DH                                 | 3                                      | 0                                    |                                  |                                     |                                      |
|                     |                 | DSE                                | 3                                      | 0                                    |                                  |                                     |                                      |
| UA2                 | Temas/Conteúdos | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                   | E <sup>--</sup>                     | E <sup>-</sup>                       |
| UA17                | Temas/Conteúdos | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>++</sup>                  | E <sup>-</sup>                      | E <sup>-</sup>                       |
|                     |                 | DH                                 | 2                                      | 0                                    |                                  |                                     |                                      |
| UA18                | Temas/Conteúdos | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>++</sup>                  | E <sup>-</sup>                      | E <sup>--</sup>                      |
| UA19                | Temas/Conteúdos | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>++</sup>                  | E <sup>-</sup>                      | E <sup>-</sup>                       |
| UA20                | Atividades      | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>++</sup>                  | E <sup>-</sup>                      | E <sup>-</sup>                       |
| UA21                | Temas/Conteúdos | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>++</sup>                  | E <sup>-</sup>                      | E <sup>-</sup>                       |
| UA22                | Temas/Conteúdos | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>++</sup>                  | E <sup>-</sup>                      | E <sup>-</sup>                       |
| UA23                | Temas/Conteúdos | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>++</sup>                  | E <sup>-</sup>                      | E <sup>-</sup>                       |
| UA24                | Atividades      | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                   | E <sup>-</sup>                      | E <sup>--</sup>                      |
| UA25                | Temas/Conteúdos | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                   | E <sup>-</sup>                      | E <sup>--</sup>                      |
| UA26                | Temas/Conteúdos | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>++</sup>                  | E <sup>-</sup>                      | E <sup>-</sup>                       |
|                     |                 | DH                                 | 2                                      | 0                                    |                                  |                                     |                                      |

| Unidades de análise | Indicador       | Análise por UA                     |  |                                      |                                  |                                     |                                      |
|---------------------|-----------------|------------------------------------|--|--------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|
|                     |                 | <i>O que</i>                       |  |                                      | <i>O como</i>                    |                                     |                                      |
|                     |                 | Dimensões da construção da ciência | Grau de complexidade dos conhecimentos | Grau de complexidade das capacidades | Intra-disciplinaridade CC-CM (C) | CrITÉrios de avaliação <i>O que</i> | CrITÉrios de avaliação <i>O como</i> |
|                     |                 | DSI                                | 2                                      | 0                                    |                                  |                                     |                                      |
| UA27                | Temas/Conteúdos | DF                                 | 3                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                   | C <sup>--</sup>                     | C <sup>--</sup>                      |
| UA32                | Temas/Conteúdos | DSI                                | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                   | E <sup>-</sup>                      | E <sup>-</sup>                       |
| UA33                | Temas/Conteúdos | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                   | E <sup>-</sup>                      | E <sup>-</sup>                       |
| UA37                | Temas/Conteúdos | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                   | E <sup>-</sup>                      | E <sup>-</sup>                       |
|                     |                 | DH                                 | 2                                      | 0                                    |                                  |                                     |                                      |
|                     |                 | DSI                                | 2                                      | 0                                    |                                  |                                     |                                      |
| UA41                | Temas/Conteúdos | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                   | E <sup>-</sup>                      | E <sup>-</sup>                       |
| UA42                | Temas/Conteúdos | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                   | E <sup>-</sup>                      | E <sup>-</sup>                       |
| UA44                | Temas/Conteúdos | DSE                                | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                   | E <sup>-</sup>                      | E <sup>-</sup>                       |
| UA53                | Temas/Conteúdos | DSE                                | 2                                      | 0                                    | C <sup>+</sup>                   | E <sup>-</sup>                      | a)                                   |
| UA55                | Temas/Conteúdos | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                   | E <sup>-</sup>                      | E <sup>-</sup>                       |
| UA56                | Temas/Conteúdos | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>--</sup>                  | E <sup>-</sup>                      | E <sup>-</sup>                       |
|                     |                 | DSE                                | 2                                      | 0                                    |                                  |                                     |                                      |
| UA57                | Temas/Conteúdos | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>--</sup>                  | E <sup>-</sup>                      | E <sup>-</sup>                       |
|                     |                 | DSE                                | 2                                      | 0                                    |                                  |                                     |                                      |
| UA58                | Temas/Conteúdos | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>--</sup>                  | E <sup>-</sup>                      | E <sup>-</sup>                       |
| UA59                | Temas/Conteúdos | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>--</sup>                  | E <sup>-</sup>                      | E <sup>-</sup>                       |
| UA60                | Temas/Conteúdos | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>--</sup>                  | E <sup>-</sup>                      | E <sup>-</sup>                       |

| Unidades de análise | Indicador       | Análise por UA                     |  |                                      |                                  |                                     |                                      |
|---------------------|-----------------|------------------------------------|--|--------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|
|                     |                 | <i>O que</i>                       |  |                                      | <i>O como</i>                    |                                     |                                      |
|                     |                 | Dimensões da construção da ciência | Grau de complexidade dos conhecimentos | Grau de complexidade das capacidades | Intra-disciplinaridade CC-CM (C) | Critérios de avaliação <i>O que</i> | Critérios de avaliação <i>O como</i> |
| UA61                | Temas/Conteúdos | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>++</sup>                  | E <sup>-</sup>                      | E <sup>-</sup>                       |
| UA62                | Temas/Conteúdos | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>++</sup>                  | E <sup>-</sup>                      | E <sup>-</sup>                       |
| UA63                | Atividades      | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>++</sup>                  | E <sup>-</sup>                      | E <sup>-</sup>                       |
| UA65                | Temas/Conteúdos | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>+</sup>                   | E <sup>++</sup>                     | a)                                   |
| UA78                | Temas/Conteúdos | DSE                                | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                   | E <sup>-</sup>                      | E <sup>-</sup>                       |
| UA94                | Temas/Conteúdos | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                   | E <sup>-</sup>                      | E <sup>-</sup>                       |
| UA95                | Temas/Conteúdos | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                   | E <sup>-</sup>                      | E <sup>-</sup>                       |
| UA96                | Temas/Conteúdos | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                   | E <sup>-</sup>                      | E <sup>-</sup>                       |
| UA98                | Temas/Conteúdos | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>++</sup>                  | E <sup>-</sup>                      | E <sup>-</sup>                       |
| UA100               | Temas/Conteúdos | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                   | E <sup>++</sup>                     | E <sup>++</sup>                      |
|                     |                 | DSI                                | 1                                      | 0                                    |                                  |                                     |                                      |
| UA101               | Temas/Conteúdos | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>++</sup>                  | E <sup>++</sup>                     | E <sup>++</sup>                      |
| UA102               | Temas/Conteúdos | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>++</sup>                  | E <sup>++</sup>                     | E <sup>++</sup>                      |
|                     |                 | DSE                                | 2                                      | 0                                    |                                  |                                     |                                      |
| UA103               | Temas/Conteúdos | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>++</sup>                  | E <sup>++</sup>                     | E <sup>++</sup>                      |
|                     |                 | DH                                 | 2                                      | 0                                    |                                  |                                     |                                      |
| UA104               | Temas/Conteúdos | DH                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                   | E <sup>++</sup>                     | E <sup>-</sup>                       |
| UA106               | Temas/Conteúdos | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>+</sup>                   | E <sup>++</sup>                     | a)                                   |
| UA107               | Temas/Conteúdos | DSE                                | 2                                      | 0                                    | C <sup>+</sup>                   | E <sup>-</sup>                      | a)                                   |



| Unidades de análise | Indicador          | Análise por UA                     |  |                                      |                                  |                                     |                                      |
|---------------------|--------------------|------------------------------------|--|--------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|
|                     |                    | <i>O que</i>                       |  |                                      | <i>O como</i>                    |                                     |                                      |
|                     |                    | Dimensões da construção da ciência | Grau de complexidade dos conhecimentos | Grau de complexidade das capacidades | Intra-disciplinaridade CC-CM (C) | Critérios de avaliação <i>O que</i> | Critérios de avaliação <i>O como</i> |
| UA108               | Temas/Conteúdos    | DSE                                | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                   | E <sup>-</sup>                      | E <sup>-</sup>                       |
| UA111               | Temas/Conteúdos    | DSE                                | 2                                      | 0                                    | C <sup>++</sup>                  | E <sup>-</sup>                      | E <sup>-</sup>                       |
| UA112               | Temas/Conteúdos    | DSE                                | 2                                      | 0                                    | C <sup>++</sup>                  | E <sup>-</sup>                      | E <sup>-</sup>                       |
| UA113               | Temas/Conteúdos    | DSE                                | 2                                      | 0                                    | C <sup>++</sup>                  | E <sup>-</sup>                      | E <sup>-</sup>                       |
| UA114               | Temas/Conteúdos    | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>++</sup>                  | E <sup>-</sup>                      | E <sup>-</sup>                       |
|                     |                    | DH                                 | 2                                      | 0                                    |                                  |                                     |                                      |
|                     |                    | DSE                                | 2                                      | 0                                    |                                  |                                     |                                      |
| UA117               | Esquemas/Diagramas | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                   | E <sup>-</sup>                      | E <sup>-</sup>                       |
|                     |                    | DSE                                | 2                                      | 0                                    |                                  |                                     |                                      |
| UA118               | Esquemas/Diagramas | DF                                 | 0                                      | 3                                    | C <sup>-</sup>                   | E <sup>-</sup>                      | E <sup>-</sup>                       |
|                     |                    | DSE                                | 2                                      | 0                                    |                                  |                                     |                                      |
| UA119               | Esquemas/Diagramas | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                   | E <sup>-</sup>                      | E <sup>-</sup>                       |
|                     |                    | DSE                                | 2                                      | 0                                    |                                  |                                     |                                      |
| UA120               | Esquemas/Diagramas | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>++</sup>                  | E <sup>-</sup>                      | E <sup>-</sup>                       |
| UA122               | Esquemas/Diagramas | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                   | E <sup>-</sup>                      | E <sup>-</sup>                       |
|                     |                    | DH                                 | 2                                      | 0                                    |                                  |                                     |                                      |
| UA128               | Esquemas/Diagramas | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                   | E <sup>-</sup>                      | E <sup>-</sup>                       |
| UA132               | Esquemas/Diagramas | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                   | E <sup>-</sup>                      | E <sup>-</sup>                       |
| UA134               | Esquemas/Diagramas | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                   | E <sup>-</sup>                      | E <sup>-</sup>                       |

| Unidades de análise | Indicador          | Análise por UA                     |  |                                      |                                  |                                     |                                      |
|---------------------|--------------------|------------------------------------|--|--------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|
|                     |                    | <i>O que</i>                       |  |                                      | <i>O como</i>                    |                                     |                                      |
|                     |                    | Dimensões da construção da ciência | Grau de complexidade dos conhecimentos | Grau de complexidade das capacidades | Intra-disciplinaridade CC-CM (C) | Critérios de avaliação <i>O que</i> | Critérios de avaliação <i>O como</i> |
| UA135               | Esquemas/Diagramas | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                   | E <sup>-</sup>                      | E <sup>-</sup>                       |
| UA138               | Atividades         | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>+</sup>                   | E <sup>-</sup>                      | a)                                   |
| UA139               | Temas/Conteúdos    | DF                                 | 0                                      | Ambígua                              | b)                               | E- -                                | b)                                   |
| UA140               | Temas/Conteúdos    | DSE                                | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                   | E <sup>-</sup>                      | E <sup>-</sup>                       |
| UA142               | Atividades         | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                   | d)                                  | d)                                   |
| UA144               | Temas/Conteúdos    | DSE                                | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                   | E <sup>++</sup>                     | E <sup>++</sup>                      |
| UA148               | Temas/Conteúdos    | DF                                 | 2                                      | Ambígua                              | C <sup>-</sup>                   | E <sup>++</sup>                     | E <sup>++</sup>                      |
|                     |                    | DH                                 | Ambígua                                | Ambígua                              |                                  |                                     |                                      |
| UA149               | Temas/Conteúdos    | Ambígua                            | Ambígua                                | Ambígua                              | c)                               | c)                                  | c)                                   |
| UA154               | Atividades         | DH                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                   | E <sup>++</sup>                     | E <sup>++</sup>                      |
|                     |                    | DSE                                | 3                                      | 0                                    |                                  |                                     |                                      |
| UA156               | Temas/Conteúdos    | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                   | E <sup>-</sup>                      | E <sup>-</sup>                       |
|                     |                    | DH                                 | 2                                      | 0                                    |                                  |                                     |                                      |
| UA157               | Atividades         | DF                                 | 0                                      | 3                                    | C <sup>-</sup>                   | E <sup>+</sup>                      | E <sup>+</sup>                       |
| UA158               | Temas/Conteúdos    | DSE                                | 3                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                   | E <sup>-</sup>                      | E <sup>-</sup>                       |
| UA160               | Temas/Conteúdos    | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                   | E <sup>--</sup>                     | E <sup>--</sup>                      |
| UA161               | Atividades         | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                   | E <sup>-</sup>                      | E <sup>-</sup>                       |
| UA162               | Temas/Conteúdos    | DF                                 | 0                                      | 2                                    | b)                               | E <sup>-</sup>                      | b)                                   |
| UA163               | Atividades         | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                   | d)                                  | d)                                   |

| Unidades de análise | Indicador                 | Análise por UA                     |  |                                      |                                  |                                     |                                      |
|---------------------|---------------------------|------------------------------------|--|--------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|
|                     |                           | <i>O que</i>                       |  |                                      | <i>O como</i>                    |                                     |                                      |
|                     |                           | Dimensões da construção da ciência | Grau de complexidade dos conhecimentos | Grau de complexidade das capacidades | Intra-disciplinaridade CC-CM (C) | Critérios de avaliação <i>O que</i> | Critérios de avaliação <i>O como</i> |
| UA164               | Temas/Conteúdos           | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                   | E <sup>-</sup>                      | E <sup>-</sup>                       |
|                     |                           | DH                                 | 2                                      | 0                                    |                                  |                                     |                                      |
| UA165               | Atividades                | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                   | d)                                  | d)                                   |
| UA166               | Temas/Conteúdos           | DF                                 | Ambíguo                                | 0                                    | C <sup>-</sup>                   | E <sup>-</sup>                      | E <sup>-</sup>                       |
| UA167               | Temas/Conteúdos_Avaliação | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                   | E <sup>+</sup>                      | E <sup>+</sup>                       |
|                     |                           | DH                                 | 2                                      | 0                                    |                                  |                                     |                                      |
| UA172               | Temas/Conteúdos           | DH                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>+</sup>                   | E <sup>-</sup>                      | a)                                   |
| UA174               | Temas/Conteúdos           | DSI                                | 2                                      | 0                                    | C <sup>+</sup>                   | E <sup>-</sup>                      | a)                                   |
| UA175               | Temas/Conteúdos_Avaliação | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                   | E <sup>++</sup>                     | E <sup>-</sup>                       |
|                     |                           | DH                                 | 2                                      | 0                                    |                                  |                                     |                                      |
|                     |                           | DSI                                | 2                                      | 0                                    |                                  |                                     |                                      |
|                     |                           | DSE                                | 2                                      | 0                                    |                                  |                                     |                                      |
| UA178               | Temas/Conteúdos           | DSE                                | 2                                      | 0                                    | C <sup>+</sup>                   | E <sup>-</sup>                      | a)                                   |
| UA180               | Temas/Conteúdos           | DF                                 | 3                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                   | E <sup>+</sup>                      | E <sup>+</sup>                       |
|                     |                           | DSE                                | 2                                      | 0                                    |                                  |                                     |                                      |
| UA181               | Atividades                | DH                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                   | d)                                  | d)                                   |
| UA182               | Temas/Conteúdos           | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>+</sup>                   | E <sup>-</sup>                      | a)                                   |
| UA185               | Temas/Conteúdos           | DF                                 | 0                                      | 2                                    | b)                               | E <sup>-</sup>                      | b)                                   |
|                     |                           | DH                                 | 0                                      | 3                                    |                                  |                                     |                                      |

| Unidades de análise | Indicador                  | Análise por UA                     |  |                                      |                                  |                                     |                                      |
|---------------------|----------------------------|------------------------------------|--|--------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|
|                     |                            | <i>O que</i>                       |  |                                      | <i>O como</i>                    |                                     |                                      |
|                     |                            | Dimensões da construção da ciência | Grau de complexidade dos conhecimentos | Grau de complexidade das capacidades | Intra-disciplinaridade CC-CM (C) | Critérios de avaliação <i>O que</i> | Critérios de avaliação <i>O como</i> |
| UA186               | Temas/Conteúdos            | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>++</sup>                  | E <sup>-</sup>                      | E <sup>-</sup>                       |
| UA188               | Temas/Conteúdos            | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>++</sup>                  | E <sup>+</sup>                      | E <sup>+</sup>                       |
| UA190               | Temas/Conteúdos            | DSE                                | 2                                      | 0                                    | C <sup>++</sup>                  | E <sup>-</sup>                      | E <sup>-</sup>                       |
| UA192               | Temas/Conteúdos_Atividades | DSE                                | 2                                      | 0                                    | C <sup>++</sup>                  | E <sup>+</sup>                      | E <sup>+</sup>                       |
| UA193               | Atividades                 | DSE                                | 2                                      | 0                                    | C <sup>++</sup>                  | E <sup>-</sup>                      | E <sup>-</sup>                       |
| UA194               | Temas/Conteúdos_Avaliação  | DSE                                | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                   | E <sup>--</sup>                     | E <sup>--</sup>                      |
| UA195               | Temas/Conteúdos            | DSE                                | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                   | E <sup>--</sup>                     | E <sup>--</sup>                      |
| UA202               | Avaliação                  | DSE                                | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                   | d)                                  | d)                                   |
| UA203               | Temas/Conteúdos            | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                   | E <sup>+</sup>                      | E <sup>+</sup>                       |
|                     |                            | DSI                                | 2                                      | 0                                    |                                  |                                     |                                      |
|                     |                            | DSE                                | 0                                      | 0                                    |                                  |                                     |                                      |
| UA204               | Atividades                 | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                   | E <sup>--</sup>                     | E <sup>--</sup>                      |
|                     |                            | DSE                                | 2                                      | 0                                    |                                  |                                     |                                      |
| UA205               | Temas/Conteúdos            | DF                                 | 2                                      | 2                                    | C <sup>++</sup>                  | E <sup>-</sup>                      | E <sup>-</sup>                       |
| UA206               | Atividades                 | DSE                                | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                   | E <sup>--</sup>                     | E <sup>--</sup>                      |
| UA210               | Atividades                 | DF                                 | 0                                      | 2                                    | b)                               | E <sup>+</sup>                      | b)                                   |
| UA212               | Temas/Conteúdos            | DF                                 | 0                                      | 2                                    | b)                               | E <sup>-</sup>                      | b)                                   |
|                     |                            | DH                                 | 0                                      | 4                                    |                                  |                                     |                                      |
| UA213               | Temas/Conteúdos            | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>++</sup>                  | E <sup>-</sup>                      | E <sup>-</sup>                       |

| Unidades de análise | Indicador       | Análise por UA                     |  |                                      |                                  |                                     |                                      |
|---------------------|-----------------|------------------------------------|--|--------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|
|                     |                 | <i>O que</i>                       |  |                                      | <i>O como</i>                    |                                     |                                      |
|                     |                 | Dimensões da construção da ciência | Grau de complexidade dos conhecimentos | Grau de complexidade das capacidades | Intra-disciplinaridade CC-CM (C) | CrITÉrios de avaliação <i>O que</i> | CrITÉrios de avaliação <i>O como</i> |
| UA215               | Temas/Conteúdos | DSE                                | 2                                      | 0                                    | C <sup>++</sup>                  | E <sup>-</sup>                      | E <sup>-</sup>                       |
| UA220               | Temas/Conteúdos | DSE                                | 2                                      | 0                                    | C <sup>+</sup>                   | E <sup>++</sup>                     | a)                                   |
| UA222               | Temas/Conteúdos | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                   | E <sup>-</sup>                      | E <sup>-</sup>                       |
|                     |                 | DSE                                | 2                                      | 0                                    |                                  |                                     |                                      |
| UA224               | Temas/Conteúdos | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>++</sup>                  | E <sup>-</sup>                      | E <sup>-</sup>                       |
|                     |                 | DH                                 | 2                                      | 0                                    |                                  |                                     |                                      |
| UA225               | Temas/Conteúdos | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>++</sup>                  | E <sup>-</sup>                      | E <sup>-</sup>                       |
| UA231               | Temas/Conteúdos | DH                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>++</sup>                  | E <sup>-</sup>                      | E <sup>-</sup>                       |
| UA238               | Temas/Conteúdos | DSI                                | 2                                      | 0                                    | C <sup>+</sup>                   | E <sup>++</sup>                     | a)                                   |
| UA239               | Atividades      | DF                                 | 3                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                   | E <sup>-</sup>                      | E <sup>-</sup>                       |
| UA243               | Atividades      | DF                                 | 3                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                   | E <sup>+</sup>                      | E <sup>+</sup>                       |
| UA244               | Temas/Conteúdos | DF                                 | Ambíguo                                | 0                                    | C <sup>+</sup>                   | E <sup>++</sup>                     | a)                                   |
|                     |                 | DH                                 | Ambíguo                                | 0                                    |                                  |                                     |                                      |
|                     |                 | DP                                 | Ambíguo                                | 0                                    |                                  |                                     |                                      |
|                     |                 | DSE                                | Ambíguo                                | 0                                    |                                  |                                     |                                      |
| UA245               | Atividades      | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>--</sup>                  | d)                                  | d)                                   |
| UA246               | Temas/Conteúdos | DF                                 | 3                                      | 0                                    | C <sup>--</sup>                  | E <sup>-</sup>                      | E <sup>-</sup>                       |
| UA251               | Avaliação       | DSE                                | 2                                      | 0                                    | C <sup>+</sup>                   | E <sup>--</sup>                     | a)                                   |

*Legenda:* CC- conhecimentos científicos; CM - conhecimentos metacientíficos; C – Classificação; E – Enquadramento; DF – dimensão filosófica; DH – dimensão histórica; DP – dimensão psicológica; DSI – dimensão sociológica interna; DSE – dimensão sociológica externa; UA – unidade de análise; a) A UA contempla

conhecimentos metacientíficos mas não as relações entre estes e os conhecimentos científicos (*o como*), pelo que não é considerada em termos do enquadramento de *o como* (critérios de avaliação de *o como*); b) A UA não contempla conhecimentos metacientíficos, pelo que não é considerada para a avaliação da intradisciplinaridade entre conhecimentos científicos e metacientíficos (*o como* avaliado em termos de classificação entre CC e CM) nem do enquadramento de *o como* (critérios de avaliação de *o como*); c) A ambiguidade da UA impede a avaliação deste parâmetro; d) Não considerada para a avaliação dos critérios de avaliação relativamente ao *o que* e ao *o como*, devido ao facto de se tratar apenas de uma proposta de resolução de um exercício, sem qualquer tipo de orientação que permita analisar o seu enquadramento em termos de *o que* ou de *o como*.

### 3.2. MANUAL B

#### 3.2.1. CORPO DO MANUAL - COMPONENTE DE BIOLOGIA

| Unidades de análise | Subunidades de análise | Indicador                          | Análise por UA                     |  |                                      |                                 |
|---------------------|------------------------|------------------------------------|------------------------------------|--|--------------------------------------|---------------------------------|
|                     |                        |                                    | <i>O que</i>                       |  |                                      | <i>O como</i>                   |
|                     |                        |                                    | Dimensões da construção da ciência | Grau de complexidade dos conhecimentos | Grau de complexidade das capacidades | Intradisciplinaridade CC-CM (C) |
| 16                  | ---                    | Temas/Conteúdos                    | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                  |
|                     |                        |                                    | DSE                                | 2                                      | 0                                    |                                 |
| 24                  | ---                    | Finalidades/Objetivos/Competencias | DF                                 | 0                                      | Ambígua                              | b)                              |
| 36                  | ---                    | Esquemas/Diagramas/Imagens         | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>+</sup>                  |
| 37                  | ---                    | Temas/Conteúdos                    | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>+</sup>                  |
| 40                  | ---                    | Temas/Conteúdos                    | DSE                                | 2                                      | 0                                    | C <sup>+</sup>                  |
| 41                  | ---                    | Atividades                         | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                  |
| 45                  | ---                    | Esquemas/Diagramas/Imagens         | DSE                                | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                  |
| 47                  | ---                    | Temas/Conteúdos                    | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>+</sup>                  |
| 58                  | ---                    | Avaliação                          | DSE                                | 0                                      | Ambígua                              | b)                              |
| 60                  | 1, 2                   | Temas/Conteúdos                    | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                  |
|                     |                        |                                    | DSE                                | 2                                      | 0                                    |                                 |
| 61                  | ---                    | Esquemas/Diagramas/Imagens         | DH                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                  |
| 62                  | ---                    | Esquemas/Diagramas/Imagens         | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                  |

| Unidades de análise | Subunidades de análise | Indicador                  | Análise por UA                     |  |                                      |                                 |
|---------------------|------------------------|----------------------------|------------------------------------|--|--------------------------------------|---------------------------------|
|                     |                        |                            | O que                              |  |                                      | O como                          |
|                     |                        |                            | Dimensões da construção da ciência | Grau de complexidade dos conhecimentos | Grau de complexidade das capacidades | Intradisciplinaridade CC-CM (C) |
| 63                  | ---                    | Esquemas/Diagramas/Imagens | DSE                                | 2                                      | 0                                    | C <sup>--</sup>                 |
| 64                  | 1, 2                   | Temas/Conteúdos            | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>+</sup>                  |
|                     |                        |                            | DSE                                | 2                                      | 0                                    |                                 |
| 67                  | ---                    | Temas/Conteúdos            | DSE                                | 2                                      | 0                                    | C <sup>--</sup>                 |
| 68                  | ---                    | Atividades                 | DF                                 | 0                                      | 3                                    | b)                              |
| 81                  | ---                    | Atividades                 | DF                                 | 0                                      | 3                                    | b)                              |
| 113                 | 1, 2, 3                | Temas/Conteúdos            | DF                                 | 3                                      | 0                                    | C <sup>+</sup>                  |
|                     |                        |                            | DSE                                | 2                                      | 0                                    |                                 |
| 119                 | ---                    | Atividades                 | DF                                 | 3                                      | 3                                    | C <sup>--</sup>                 |
|                     |                        |                            | DSE                                | 2                                      | 0                                    |                                 |
| 120                 | ---                    | Atividades                 | DF                                 | 2                                      | 4                                    | C <sup>-</sup>                  |
| 124                 | ---                    | Temas/Conteúdos            | DF                                 | 2                                      | 3                                    | C <sup>--</sup>                 |
|                     |                        |                            | DSE                                | 2                                      | 0                                    |                                 |
| 125                 | ---                    | Atividades                 | DF                                 | 0                                      | 5                                    | b)                              |
| 126                 | ---                    | Esquemas/Diagramas/Imagens | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                  |
| 127                 | ---                    | Atividades                 | DF                                 | 0                                      | 2                                    | b)                              |
| 135                 | ---                    | Esquemas/Diagramas/Imagens | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>+</sup>                  |



| Unidades de análise | Subunidades de análise | Indicador                  | Análise por UA                     |  |                                      |                                 |
|---------------------|------------------------|----------------------------|------------------------------------|--|--------------------------------------|---------------------------------|
|                     |                        |                            | O que                              |  |                                      | O como                          |
|                     |                        |                            | Dimensões da construção da ciência | Grau de complexidade dos conhecimentos | Grau de complexidade das capacidades | Intradisciplinaridade CC-CM (C) |
| 136                 | ---                    | Esquemas/Diagramas/Imagens | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                  |
| 137                 | ---                    | Esquemas/Diagramas/Imagens | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                  |
| 140                 | ---                    | Esquemas/Diagramas/Imagens | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>++</sup>                 |
| 142                 | ---                    | Esquemas/Diagramas/Imagens | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>++</sup>                 |
| 145                 | ---                    | Esquemas/Diagramas/Imagens | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>++</sup>                 |
| 149                 | ---                    | Esquemas/Diagramas/Imagens | DF                                 | Ambígua                                | 0                                    | C <sup>++</sup>                 |
| 150                 | ---                    | Esquemas/Diagramas/Imagens | DF                                 | Ambígua                                | 0                                    | C <sup>++</sup>                 |
| 153                 | ---                    | Esquemas/Diagramas/Imagens | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>++</sup>                 |
| 154                 | ---                    | Esquemas/Diagramas/Imagens | DF                                 | Ambígua                                | 0                                    | C <sup>++</sup>                 |
| 156                 | ---                    | Temas/Conteúdos            | DSE                                | 2                                      | 0                                    | C <sup>++</sup>                 |
| 157                 | ---                    | Temas/Conteúdos            | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>+</sup>                  |
| 158                 | ---                    | Avaliação                  | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>++</sup>                 |
| 159                 | ---                    | Avaliação                  | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>++</sup>                 |
| 160                 | ---                    | Avaliação                  | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                  |
| 161                 | ---                    | Avaliação                  | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                  |
| 165                 | 1, 2, 3, 4, 5          | Temas/Conteúdos            | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>++</sup>                 |
|                     |                        |                            | DH                                 | 2                                      | 0                                    |                                 |

| Unidades de análise | Subunidades de análise | Indicador                  | Análise por UA                     |  |                                      |                                 |
|---------------------|------------------------|----------------------------|------------------------------------|--|--------------------------------------|---------------------------------|
|                     |                        |                            | O que                              |  |                                      | O como                          |
|                     |                        |                            | Dimensões da construção da ciência | Grau de complexidade dos conhecimentos | Grau de complexidade das capacidades | Intradisciplinaridade CC-CM (C) |
|                     |                        |                            | DSE                                | 2                                      | 0                                    |                                 |
| 167                 | ---                    | Atividades                 | DF                                 | 0                                      | 2                                    | b)                              |
| 168                 | ---                    | Esquemas/Diagramas/Imagens | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>++</sup>                 |
| 170                 | ---                    | Atividades                 | DF                                 | 2                                      | 2                                    | C <sup>++</sup>                 |
| 174                 | ---                    | Atividades                 | DF                                 | 2                                      | 2                                    | C <sup>++</sup>                 |
|                     |                        |                            | DH                                 | 2                                      | 0                                    |                                 |
| 177                 | ---                    | Atividades                 | DF                                 | 0                                      | 2                                    | b)                              |
| 179                 | ---                    | Atividades                 | DF                                 | 2                                      | 2                                    | C <sup>++</sup>                 |
| 182                 | ---                    | Esquemas/Diagramas/Imagens | DSE                                | 2                                      | 0                                    | C <sup>++</sup>                 |
| 187                 | ---                    | Temas/Conteúdos            | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>++</sup>                 |
|                     |                        |                            | DSE                                | 2                                      | 0                                    |                                 |
| 192                 | ---                    | Avaliação                  | DF                                 | 2                                      | 3                                    | C <sup>++</sup>                 |
| 193                 | ---                    | Avaliação                  | DF                                 | 2                                      | 2                                    | C <sup>++</sup>                 |
| 205                 | ---                    | Temas/Conteúdos            | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>+</sup>                  |
| 209                 | ---                    | Atividades                 | DF                                 | Ambígua                                | 0                                    | C <sup>-</sup>                  |
| 210                 | ---                    | Esquemas/Diagramas/Imagens | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                  |
| 211                 | ---                    | Esquemas/Diagramas/Imagens | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                  |

| Unidades de análise | Subunidades de análise | Indicador                  | Análise por UA                     |  |                                      |                                 |
|---------------------|------------------------|----------------------------|------------------------------------|--|--------------------------------------|---------------------------------|
|                     |                        |                            | O que                              |  |                                      | O como                          |
|                     |                        |                            | Dimensões da construção da ciência | Grau de complexidade dos conhecimentos | Grau de complexidade das capacidades | Intradisciplinaridade CC-CM (C) |
| 212                 | ---                    | Atividades                 | DF                                 | 0                                      | 2                                    | b)                              |
| 213                 | ---                    | Temas/Conteúdos            | DF                                 | Ambígua                                | 0                                    | C <sup>-</sup>                  |
| 214                 | ---                    | Esquemas/Diagramas/Imagens | DF                                 | Ambígua                                | 0                                    | C <sup>-</sup>                  |
| 215                 | 1, 2, 3, 4             | Temas/Conteúdos            | DF                                 | 3                                      | 0                                    | C <sup>++</sup>                 |
| 219                 | ---                    | Atividades                 | DF                                 | 2                                      | 2                                    | C <sup>-</sup>                  |
| 220                 | ---                    | Esquemas/Diagramas/Imagens | DF                                 | 3                                      | 0                                    | C <sup>++</sup>                 |
| 221                 | 1, 2, 3                | Temas/Conteúdos            | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>++</sup>                 |
| 222                 | ---                    | Atividades                 | DF                                 | 2                                      | 2                                    | C <sup>-</sup>                  |
| 223                 | ---                    | Esquemas/Diagramas/Imagens | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                  |
| 224                 | ---                    | Atividades                 | DF                                 | 2                                      | 3                                    | C <sup>-</sup>                  |
| 225                 | ---                    | Esquemas/Diagramas/Imagens | DF                                 | Ambígua                                | 0                                    | C <sup>-</sup>                  |
| 226                 | ---                    | Temas/Conteúdos            | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>+</sup>                  |
| 227                 | ---                    | Temas/Conteúdos            | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                  |
| 228                 | ---                    | Avaliação                  | DF                                 | Ambígua                                | 0                                    | C <sup>-</sup>                  |
| 232                 | ---                    | Avaliação                  | DF                                 | 0                                      | 3                                    | b)                              |
| 234                 | ---                    | Avaliação                  | DF                                 | 0                                      | 3                                    | b)                              |
| 238                 | ---                    | Esquemas/Diagramas/Imagens | DF                                 | Ambígua                                | 0                                    | C <sup>++</sup>                 |

| Unidades de análise | Subunidades de análise | Indicador                  | Análise por UA                     |  |                                      |                                 |
|---------------------|------------------------|----------------------------|------------------------------------|--|--------------------------------------|---------------------------------|
|                     |                        |                            | O que                              |  |                                      | O como                          |
|                     |                        |                            | Dimensões da construção da ciência | Grau de complexidade dos conhecimentos | Grau de complexidade das capacidades | Intradisciplinaridade CC-CM (C) |
| 239                 | ---                    | Esquemas/Diagramas/Imagens | DF                                 | Ambígua                                | 0                                    | C <sup>-</sup>                  |
| 240                 | ---                    | Esquemas/Diagramas/Imagens | DF                                 | Ambígua                                | 0                                    | C <sup>-</sup>                  |
| 243                 | ---                    | Esquemas/Diagramas/Imagens | DF                                 | Ambígua                                | 0                                    | C <sup>--</sup>                 |
| 244                 | ---                    | Atividades                 | DF                                 | 0                                      | 2                                    | b)                              |
| 250                 | ---                    | Temas/Conteúdos            | DSE                                | 2                                      | 0                                    | C <sup>--</sup>                 |
| 253                 | ---                    | Esquemas/Diagramas/Imagens | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>--</sup>                 |
| 278                 | ---                    | Esquemas/Diagramas/Imagens | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>--</sup>                 |
| 279                 | 1, 2                   | Temas/Conteúdos            | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>+</sup>                  |
|                     |                        |                            | DSE                                | 2                                      | 0                                    |                                 |
| 280                 | ---                    | Atividades                 | DF                                 | 0                                      | 2                                    | b)                              |
| 281                 | ---                    | Esquemas/Diagramas/Imagens | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>--</sup>                 |
| 283                 | ---                    | Esquemas/Diagramas/Imagens | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>--</sup>                 |
|                     |                        |                            | DSE                                | 2                                      | 0                                    |                                 |
| 285                 | ---                    | Temas/Conteúdos            | DSE                                | 2                                      | 0                                    | C <sup>--</sup>                 |
| 287                 | ---                    | Atividades                 | DF                                 | 0                                      | 2                                    | b)                              |
| 299                 | ---                    | Esquemas/Diagramas/Imagens | DF                                 | Ambígua                                | 0                                    | C <sup>--</sup>                 |
| 302                 | ---                    | Esquemas/Diagramas/Imagens | DF                                 | Ambígua                                | 0                                    | C <sup>-</sup>                  |

| Unidades de análise | Subunidades de análise | Indicador                  | Análise por UA                     |  |                                      |                                 |
|---------------------|------------------------|----------------------------|------------------------------------|--|--------------------------------------|---------------------------------|
|                     |                        |                            | O que                              |  |                                      | O como                          |
|                     |                        |                            | Dimensões da construção da ciência | Grau de complexidade dos conhecimentos | Grau de complexidade das capacidades | Intradisciplinaridade CC-CM (C) |
| 303                 | ---                    | Esquemas/Diagramas/Imagens | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>++</sup>                 |
| 304                 | ---                    | Atividades                 | DF                                 | 0                                      | 2                                    | b)                              |
| 305                 | ---                    | Esquemas/Diagramas/Imagens | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                  |
| 306                 | ---                    | Atividades                 | DF                                 | Ambígua                                | 0                                    | C <sup>-</sup>                  |
| 312                 | ---                    | Atividades                 | DF                                 | 0                                      | 2                                    | b)                              |
| 318                 | ---                    | Esquemas/Diagramas/Imagens | DF                                 | Ambígua                                | 0                                    | C <sup>+</sup>                  |
| 320                 | ---                    | Avaliação                  | DF                                 | Ambígua                                | 0                                    | C <sup>-</sup>                  |
| 324                 | ---                    | Avaliação                  | DF                                 | Ambígua                                | 0                                    | C <sup>-</sup>                  |
| 336                 | ---                    | Temas/Conteúdos            | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>+</sup>                  |
| 341                 | ---                    | Esquemas/Diagramas/Imagens | DF                                 | Ambígua                                | 0                                    | C <sup>-</sup>                  |
| 342                 | ---                    | Atividades                 | DF                                 | 2                                      | 3                                    | C <sup>++</sup>                 |
| 356                 | ---                    | Esquemas/Diagramas/Imagens | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>++</sup>                 |
| 360                 | ---                    | Esquemas/Diagramas/Imagens | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                  |
| 358                 | ---                    | Atividades                 | DF                                 | 2                                      | 2                                    | C <sup>++</sup>                 |
| 359                 | ---                    | Atividades                 | DF                                 | 2                                      | 2                                    | C <sup>++</sup>                 |
| 365                 | ---                    | Atividades                 | DF                                 | 2                                      | 2                                    | C <sup>++</sup>                 |
| 367                 | ---                    | Temas/Conteúdos            | DSE                                | 2                                      | 0                                    | C <sup>++</sup>                 |

| Unidades de análise | Subunidades de análise | Indicador                  | Análise por UA                     |  |                                      |                                 |
|---------------------|------------------------|----------------------------|------------------------------------|--|--------------------------------------|---------------------------------|
|                     |                        |                            | O que                              |  |                                      | O como                          |
|                     |                        |                            | Dimensões da construção da ciência | Grau de complexidade dos conhecimentos | Grau de complexidade das capacidades | Intradisciplinaridade CC-CM (C) |
| 369                 | ---                    | Esquemas/Diagramas/Imagens | DF                                 | Ambígua                                | 0                                    | C <sup>-</sup>                  |
| 372                 | ---                    | Esquemas/Diagramas/Imagens | DF                                 | Ambígua                                | 0                                    | C <sup>-</sup>                  |
| 375                 | ---                    | Esquemas/Diagramas/Imagens | DF                                 | Ambígua                                | 0                                    | C <sup>-</sup>                  |
| 384                 | ---                    | Avaliação                  | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>++</sup>                 |
| 390                 | ---                    | Atividades                 | DF                                 | 0                                      | 2                                    | b)                              |
| 392                 | ---                    | Esquemas/Diagramas/Imagens | DF                                 | Ambígua                                | 0                                    | C <sup>-</sup>                  |
| 395                 | 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 | Temas/Conteúdos            | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                  |
|                     |                        |                            | DH                                 | 2                                      | 0                                    |                                 |
|                     |                        |                            | DSI                                | 2                                      | 0                                    |                                 |
|                     |                        |                            | DSE                                | 2                                      | 0                                    |                                 |
| 396                 | ---                    | Atividades                 | DF                                 | 2                                      | 2                                    | C <sup>++</sup>                 |
| 398                 | ---                    | Atividades                 | DF                                 | 2                                      | 2                                    | C <sup>++</sup>                 |
| 399                 | ---                    | Esquemas/Diagramas/Imagens | DF                                 | Ambígua                                | 0                                    | C <sup>-</sup>                  |
| 402                 | ---                    | Temas/Conteúdos            | DF                                 | Ambígua                                | 0                                    | C <sup>-</sup>                  |
| 404                 | ---                    | Atividades                 | DF                                 | 0                                      | 2                                    | b)                              |
| 407                 | ---                    | Temas/Conteúdos            | DSE                                | 2                                      | 0                                    | C <sup>++</sup>                 |
| 408                 | ---                    | Temas/Conteúdos            | DSE                                | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                  |

| Unidades de análise | Subunidades de análise | Indicador | Análise por UA                     |  |                                      |                                 |
|---------------------|------------------------|-----------|------------------------------------|--|--------------------------------------|---------------------------------|
|                     |                        |           | O que                              |  |                                      | O como                          |
|                     |                        |           | Dimensões da construção da ciência | Grau de complexidade dos conhecimentos | Grau de complexidade das capacidades | Intradisciplinaridade CC-CM (C) |
| 412                 | ---                    | Avaliação | DF                                 | 2                                      | 3                                    | C <sup>++</sup>                 |

*Legenda:* CC- conhecimentos científicos; CM - conhecimentos metacientíficos; C – Classificação; DF – dimensão filosófica; DH – dimensão histórica; DP – dimensão psicológica; DSI – dimensão sociológica interna; DSE – dimensão sociológica externa; UA – unidade de análise; b) A UA não contempla conhecimentos metacientíficos, pelo que não é considerada para a avaliação da intradisciplinaridade entre conhecimentos científicos e metacientíficos (*o como* avaliado em termos de classificação entre CC e CM).

*Nota:* As unidades de análise são apresentadas pela ordem em que estão no manual.

### 3.2. MANUAL B (continuação)

#### 3.2.2. CORPO DO MANUAL - COMPONENTE DE GEOLOGIA

| Unidades de análise | Subunidades de análise | Indicador                  | Análise por UA                     |  |                                      |                                 |
|---------------------|------------------------|----------------------------|------------------------------------|--|--------------------------------------|---------------------------------|
|                     |                        |                            | O que                              |  |                                      | O como                          |
|                     |                        |                            | Dimensões da construção da ciência | Grau de complexidade dos conhecimentos | Grau de complexidade das capacidades | Intradisciplinaridade CC-CM (C) |
| UA1                 | ---                    | Temas/Conteúdos (Títulos)  | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>++</sup>                 |
| UA5                 | ---                    | Temas/Conteúdos (Títulos)  | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>++</sup>                 |
| UA11                | ---                    | Temas/Conteúdos (Títulos)  | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>++</sup>                 |
| UA14                | ---                    | Temas/Conteúdos (Títulos)  | DF                                 | 3                                      | 0                                    | C <sup>++</sup>                 |
| UA15                | ---                    | Temas/Conteúdos            | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>++</sup>                 |
|                     |                        |                            | DSE                                | 2                                      | 0                                    |                                 |
| UA16                | ---                    | Temas/Conteúdos            | DF                                 | 0                                      | 2                                    | C <sup>++</sup>                 |
| UA18                | 1, 2                   | Temas/Conteúdos            | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>++</sup>                 |
| UA29                | ---                    | Esquemas/Diagramas/Imagens | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                  |
| UA33                | ---                    | Atividades                 | DF                                 | 0                                      | 3                                    | b)                              |
| UA38                | ---                    | Temas/Conteúdos            | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                  |
| UA39                | ---                    | Temas/Conteúdos            | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                  |
| UA46                | ---                    | Avaliação                  | DF                                 | 0                                      | 3                                    | b)                              |
| UA50                | ---                    | Esquemas/Diagramas/Imagens | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>++</sup>                 |
| UA55                | ---                    | Atividades                 | DF                                 | 0                                      | 2                                    | b)                              |
| UA61                | ---                    | Temas/Conteúdos            | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>+</sup>                  |



| Unidades de análise | Subunidades de análise | Indicador                  | Análise por UA                     |  |                                      |                                 |
|---------------------|------------------------|----------------------------|------------------------------------|--|--------------------------------------|---------------------------------|
|                     |                        |                            | O que                              |  |                                      | O como                          |
|                     |                        |                            | Dimensões da construção da ciência | Grau de complexidade dos conhecimentos | Grau de complexidade das capacidades | Intradisciplinaridade CC-CM (C) |
| UA65                | ---                    | Temas/Conteúdos            | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>+</sup>                  |
| UA69                | ---                    | Avaliação                  | DF                                 | Ambíguo                                | 0                                    | C <sup>--</sup>                 |
| UA70                | -1, 2, 3, 4, 5         | Temas/Conteúdos            | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>--</sup>                 |
| UA74                | ---                    | Atividades                 | DF                                 | 2                                      | 2                                    | C <sup>--</sup>                 |
| UA75                | ---                    | Esquemas/Diagramas/Imagens | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                  |
| UAA77               | ---                    | Atividades                 | DF                                 | 0                                      | 3                                    | b)                              |
| UA79                | ---                    | Esquemas/Diagramas/Imagens | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>+</sup>                  |
| UA82                | ---                    | Esquemas/Diagramas/Imagens | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>--</sup>                 |
| UA84                | ---                    | Temas/Conteúdos            | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>+</sup>                  |
|                     |                        |                            | DSE                                | 2                                      | 0                                    |                                 |
| UA85                | ---                    | Temas/Conteúdos            | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>+</sup>                  |
| UA89                | ---                    | Esquemas/Diagramas/Imagens | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>--</sup>                 |
| UA92                | ---                    | Temas/Conteúdos            | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                  |
| UA93                | ---                    | Atividades                 | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>--</sup>                 |
| UA96                | ---                    | Avaliação                  | DF                                 | 0                                      | 2                                    | b)                              |
| UA97                | ---                    | Avaliação                  | DF                                 | 0                                      | 2                                    | b)                              |
| UA99                | 1, 2, 3                | Temas/Conteúdos            | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>--</sup>                 |
|                     |                        |                            | DH                                 | 2                                      | 0                                    |                                 |

| Unidades de análise | Subunidades de análise | Indicador                  | Análise por UA                     |  |                                      |                                 |
|---------------------|------------------------|----------------------------|------------------------------------|--|--------------------------------------|---------------------------------|
|                     |                        |                            | O que                              |  |                                      | O como                          |
|                     |                        |                            | Dimensões da construção da ciência | Grau de complexidade dos conhecimentos | Grau de complexidade das capacidades | Intradisciplinaridade CC-CM (C) |
|                     |                        |                            | DSI                                | 0                                      | 0                                    |                                 |
|                     |                        |                            | DSE                                | 2                                      | 0                                    |                                 |
| UA110               | ---                    | Atividades                 | DF                                 | 2                                      | 3                                    | C -                             |
| UA111               | ---                    | Esquemas/Diagramas/Imagens | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C --                            |
| UA112               | ---                    | Temas/Conteúdos            | DF                                 | 3                                      | 0                                    | C --                            |
| UA114               | ---                    | Esquemas/Diagramas/Imagens | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C --                            |
| UA117               | ---                    | Temas/Conteúdos            | DF                                 | 3                                      | 0                                    | C --                            |
| UA118               | ---                    | Temas/Conteúdos            | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C --                            |
| UA120               | ---                    | Avaliação                  | DF                                 | 3                                      | 2                                    | C --                            |
| UA121               | ---                    | Avaliação                  | DF                                 | 3                                      | 0                                    | C <sup>+</sup>                  |
| UA129               | ---                    | Atividades                 | DF                                 | 0                                      | 2                                    | b)                              |
|                     |                        |                            | DSE                                | 2                                      | 0                                    |                                 |
| UA130               | 1, 2                   | Temas/Conteúdos            | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C --                            |
| UA131               | ---                    | Esquemas/Diagramas/Imagens | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C --                            |
| UA132               | ---                    | Esquemas/Diagramas/Imagens | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C --                            |
| UA134               | ---                    | Temas/Conteúdos            | DSI                                | 2                                      | 0                                    | C -                             |
| UA136               | ---                    | Atividades                 | DF                                 | 0                                      | 3                                    | C --                            |
|                     |                        |                            | DSI                                | 2                                      | 0                                    |                                 |

| Unidades de análise | Subunidades de análise | Indicador                          | Análise por UA                     |  |                                      |                                 |
|---------------------|------------------------|------------------------------------|------------------------------------|--|--------------------------------------|---------------------------------|
|                     |                        |                                    | O que                              |  |                                      | O como                          |
|                     |                        |                                    | Dimensões da construção da ciência | Grau de complexidade dos conhecimentos | Grau de complexidade das capacidades | Intradisciplinaridade CC-CM (C) |
| UA140               | ---                    | Atividades                         | DF                                 | 0                                      | 3                                    | b)                              |
| UA146               | ---                    | Atividades                         | DF                                 | 0                                      | 4                                    | b)                              |
| UA152               | ---                    | Temas/Conteúdos                    | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                  |
| UA159               | ---                    | Temas/Conteúdos                    | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                  |
| UA163               | ---                    | Atividades                         | DF                                 | 0                                      | 2                                    | b)                              |
| UA165               | ---                    | Atividades                         | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>--</sup>                 |
| UA167               | ---                    | Atividades                         | DF                                 | 0                                      | 2                                    | b)                              |
| UA168               | ---                    | Esquemas/Diagramas/Imagens         | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>--</sup>                 |
| UA172               | ---                    | Temas/Conteúdos                    | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                  |
| UA186               | ---                    | Temas/Conteúdos                    | DSE                                | 2                                      | 0                                    | C <sup>+</sup>                  |
| UA198               | ---                    | Atividades                         | DSE                                | 2                                      | 0                                    | C <sup>--</sup>                 |
| UA211               | ---                    | Finalidades/Objetivos/Competências | DF                                 | 0                                      | 4                                    | b)                              |
| UA213               | ---                    | Atividades                         | DF                                 | 0                                      | 4                                    | b)                              |
| UA217               | 1, 2, 3, 4             | Temas/Conteúdos                    | DF                                 | 3                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                  |
|                     |                        |                                    | DSE                                | 2                                      | 0                                    |                                 |
| UA219               | ---                    | Temas/Conteúdos                    | DSE                                | 2                                      | 0                                    | C <sup>+</sup>                  |
| UA220               | ---                    | Atividades                         | DSE                                | 0                                      | 3                                    | b)                              |
| UA221               | ---                    | Atividades                         | DF                                 | 3                                      | 4                                    | C <sup>--</sup>                 |

| Unidades de análise | Subunidades de análise | Indicador       | Análise por UA                     |  |                                      |                                 |
|---------------------|------------------------|-----------------|------------------------------------|--|--------------------------------------|---------------------------------|
|                     |                        |                 | <i>O que</i>                       |  |                                      | <i>O como</i>                   |
|                     |                        |                 | Dimensões da construção da ciência | Grau de complexidade dos conhecimentos | Grau de complexidade das capacidades | Intradisciplinaridade CC-CM (C) |
| UA224               | ---                    | Atividades      | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                  |
| UA225               | ---                    | Atividades      | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>+</sup>                  |
|                     |                        |                 | DSE                                | 0                                      | 3                                    |                                 |
| UA226               | ---                    | Temas/Conteúdos | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>--</sup>                 |
| UA227               | ---                    | Temas/Conteúdos | DF                                 | 3                                      | 0                                    | C <sup>--</sup>                 |
| UA228               | ---                    | Temas/Conteúdos | DF                                 | 3                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                  |
| UA230               | ---                    | Avaliação       | DF                                 | 0                                      | 2                                    | b)                              |
| UA234               | ---                    | Avaliação       | DF                                 |  |                                      | b)                              |
| UA235               | ---                    | Avaliação       | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>+</sup>                  |
| UA236               | ---                    | Avaliação       | DF                                 | 0                                      | 3                                    | b)                              |
| UA237               | ---                    | Temas/Conteúdos | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>+</sup>                  |
| UA261               | ---                    | Temas/Conteúdos | DSE                                | 2                                      | 0                                    | C <sup>+</sup>                  |
| UA265               | ---                    | Atividades      | DF                                 | 3                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                  |
| UA269               | ---                    | Temas/Conteúdos | DSE                                | 2                                      | 0                                    | C <sup>+</sup>                  |
| UA272               | ---                    | Temas/Conteúdos | DSE                                | 2                                      | 0                                    | C <sup>+</sup>                  |
| UA273               | ---                    | Temas/Conteúdos | DF                                 | 3                                      | 0                                    | C <sup>--</sup>                 |
|                     |                        |                 | DSE                                | 2                                      | 0                                    |                                 |
| UA274               | ---                    | Temas/Conteúdos | DSE                                | 2                                      | 0                                    | C <sup>+</sup>                  |

| Unidades de análise | Subunidades de análise | Indicador                  | Análise por UA                     |  |                                      |                                 |
|---------------------|------------------------|----------------------------|------------------------------------|--|--------------------------------------|---------------------------------|
|                     |                        |                            | O que                              |  |                                      | O como                          |
|                     |                        |                            | Dimensões da construção da ciência | Grau de complexidade dos conhecimentos | Grau de complexidade das capacidades | Intradisciplinaridade CC-CM (C) |
| UA282               | ---                    | Avaliação                  | DF                                 | 0                                      | 3                                    | b)                              |
|                     |                        |                            | DSE                                | 0                                      | 3                                    |                                 |
| UA295               | ---                    | Esquemas/Diagramas/Imagens | DH                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>+</sup>                  |
| UA297               | ---                    | Esquemas/Diagramas/Imagens | DH                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>+</sup>                  |
| UA298               | ---                    | Temas/Conteúdos            | DH                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>+</sup>                  |
| UA299               | ---                    | Temas/Conteúdos            | DSE                                | 2                                      | 0                                    | C <sup>--</sup>                 |
| UA308               | ---                    | Esquemas/Diagramas/Imagens | DH                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>+</sup>                  |
| UA312               | ---                    | Atividades                 | DF                                 | 3                                      | 0                                    | C <sup>+</sup>                  |
| UA314               | ---                    | Temas/Conteúdos            | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>+</sup>                  |
| UA317               | 1, 2                   | Temas/Conteúdos            | DF                                 | 3                                      | 0                                    | C <sup>--</sup>                 |
|                     |                        |                            | DSE                                | 2                                      | 0                                    |                                 |
| UA318               | ---                    | Atividades                 | DF                                 | 3                                      | 0                                    | C <sup>--</sup>                 |
|                     |                        |                            | DH                                 | 2                                      | 0                                    |                                 |
|                     |                        |                            | DSE                                | 2                                      | 0                                    |                                 |
| UA320               | ---                    | Atividades                 | DF                                 | 2                                      | 2                                    | C <sup>--</sup>                 |
|                     |                        |                            | DSE                                | 2                                      | 0                                    |                                 |
| UA322               | ---                    | Temas/Conteúdos            | DSE                                | 2                                      | 0                                    | C <sup>--</sup>                 |
| UA324               | ---                    | Temas/Conteúdos            | DSE                                | 2                                      | 0                                    | C <sup>--</sup>                 |

| Unidades de análise | Subunidades de análise                | Indicador                  | Análise por UA                     |  |                                      |                                 |
|---------------------|---------------------------------------|----------------------------|------------------------------------|--|--------------------------------------|---------------------------------|
|                     |                                       |                            | O que                              |  |                                      | O como                          |
|                     |                                       |                            | Dimensões da construção da ciência | Grau de complexidade dos conhecimentos | Grau de complexidade das capacidades | Intradisciplinaridade CC-CM (C) |
| UA325               | ---                                   | Temas/Conteúdos            | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C +                             |
| UA330               | ---                                   | Avaliação                  | DSE                                | 2                                      | 3                                    | C - -                           |
| UA331               | 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 | Temas/Conteúdos            | DF                                 | 3                                      | 0                                    | C - -                           |
|                     |                                       |                            | DH                                 | 2                                      | 0                                    |                                 |
|                     |                                       |                            | DSE                                | 2                                      | 0                                    |                                 |
| UA332               | ---                                   | Esquemas/Diagramas/Imagens | DF                                 | Ambígua                                | 0                                    | C <sup>+</sup>                  |
| UA339               | ---                                   | Temas/Conteúdos            | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>- -</sup>                |
|                     |                                       |                            | DSE                                | 2                                      | 0                                    |                                 |
| UA340               | ---                                   | Esquemas/Diagramas/Imagens | DH                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                  |
| UA344               | ---                                   | Esquemas/Diagramas/Imagens | DF                                 | 3                                      | 0                                    | C <sup>- -</sup>                |
| UA345               | ---                                   | Atividades                 | DF                                 | 0                                      | 3                                    | b)                              |
| UA347               | ---                                   | Atividades                 | DF                                 | 2                                      | 3                                    | C <sup>-</sup>                  |
| UA348               | ---                                   | Temas/Conteúdos            | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>- -</sup>                |
| UA354               | ---                                   | Temas/Conteúdos            | DF                                 | 3                                      | 0                                    | C <sup>- -</sup>                |
| UA355               | ---                                   | Temas/Conteúdos            | DF                                 | 3                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                  |
| UA358               | ---                                   | Avaliação                  | DF                                 | 0                                      | 3                                    | b)                              |
| UA359               | ---                                   | Avaliação                  | DH                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                  |

*Legenda:* CC- conhecimentos científicos; CM - conhecimentos metacientíficos; C – Classificação; DF – dimensão filosófica; DH – dimensão histórica; DP – dimensão psicológica; DSI – dimensão sociológica interna; DSE – dimensão sociológica externa; UA – unidade de análise; b) Não contempla conhecimentos metacientíficos, pelo que não é considerada para a avaliação da intradisciplinaridade entre conhecimentos científicos e metacientíficos (*o como* avaliado em termos de classificação entre CC e CM).

*Nota:* As unidades de análise são apresentadas pela ordem em que estão no manual.

### 3.2. MANUAL B (continuação)

#### 3.2.3. MATERIAIS DOS PROFESSORES - COMPONENTE DE BIOLOGIA

| Unidade<br>s<br>de<br>análise | Indicador                  | Análise por UA                     |  |                                      |                                  |                                     |                                      |
|-------------------------------|----------------------------|------------------------------------|--|--------------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|
|                               |                            | <i>O que</i>                       |  |                                      | <i>O como</i>                    |                                     |                                      |
|                               |                            | Dimensões da construção da ciência | Grau de complexidade dos conhecimentos | Grau de complexidade das capacidades | Intra-disciplinaridade CC-CM (C) | CrITÉRIOS de avaliação <i>O que</i> | CrITÉRIOS de avaliação <i>O como</i> |
| UA9                           | Temas/Conteúdos            | DSI                                | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                   | E <sup>-</sup>                      | E <sup>-</sup>                       |
|                               |                            | DSE                                | 0                                      | 2                                    |                                  |                                     |                                      |
| UA10                          | Temas/Conteúdos            | DSE                                | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                   | E <sup>-</sup>                      | E <sup>-</sup>                       |
| UA11                          | Temas/Conteúdos            | DSE                                | 2                                      | 0                                    | C <sup>++</sup>                  | E <sup>-</sup>                      | E <sup>-</sup>                       |
| UA16                          | Temas/Conteúdos            | DF                                 | 0                                      | 3                                    | b)                               | E <sup>++</sup>                     | b)                                   |
|                               |                            | DH                                 | 0                                      | Ambígua                              |                                  |                                     |                                      |
| UA28                          | Temas/Conteúdos            | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                   | E <sup>-</sup>                      | E <sup>-</sup>                       |
|                               |                            | DH                                 | 2                                      | 0                                    |                                  |                                     |                                      |
|                               |                            | DP                                 | 2                                      | 0                                    |                                  |                                     |                                      |
|                               |                            | DSI                                | 2                                      | 0                                    |                                  |                                     |                                      |
| UA32                          | Esquemas/Diagramas/Imagens | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>+</sup>                   | E <sup>++</sup>                     | a)                                   |
| UA33                          | Atividades                 | DF                                 | 0                                      | 3                                    | b)                               | E <sup>-</sup>                      | b)                                   |
| UA39                          | Atividades                 | DF                                 | 0                                      | 3                                    | b)                               | E <sup>-</sup>                      | b)                                   |
| UA40                          | Avaliação                  | DF                                 | 0                                      | 3                                    | b)                               | E <sup>-</sup>                      | b)                                   |
| UA41                          | Atividades                 | DF                                 | 0                                      | 1,3                                  | b)                               | E <sup>-</sup>                      | b)                                   |



| Unidade<br>s<br>de<br>análise | Indicador       | Análise por UA                           |   |  |  |   |  |
|-------------------------------|-----------------|--|---|--|--|---|--|
|                               |                 | <i>O que</i>                             |   |  | <i>O como</i>                              |   |  |
|                               |                 | Dimensões da<br>construção<br>da ciência | Grau de<br>complexidade<br>dos<br>conhecimentos | Grau de<br>complexidade<br>das capacidades | Intra-<br>disciplinaridade<br>CC-CM<br>(C) | CrITÉrios de<br>avaliação<br><i>O que</i> | CrITÉrios de<br>avaliação<br><i>O como</i> |
| UA43                          | Atividades      | DF                                       | 0   | 3  | b)   | E <sup>-</sup>                            | b)   |
| UA44                          | Temas/Conteúdos | DF                                       | 2   | 2  | C <sup>-</sup>                             | E <sup>-</sup>                            | E <sup>-</sup>                             |
|                               |                 | DH                                       | 2   | 0  |  |   |  |
|                               |                 | DSI                                      | 2   | 0  |  |   |  |
| UA45                          | Avaliação       | DF                                       | 0   | 2  | b)   | E <sup>-</sup>                            | b)   |
| UA48                          | Atividades      | DF                                       | 0   | 2  | b)   | E <sup>-</sup>                            | b)   |
| UA53                          | Atividades      | DF                                       | 0   | 3  | b)   | E <sup>-</sup>                            | b)   |
| UA60                          | Temas/Conteúdos | DF                                       | 2   | 2  | C <sup>-</sup>                             | E <sup>-</sup>                            | E <sup>-</sup>                             |
|                               |                 | DH                                       | 2   | 0  |  |   |  |
|                               |                 | DSE                                      | 2   | 0  |  |   |  |
| UA61                          | Atividades      | DF                                       | 0   | 2  | b)   | E <sup>-</sup>                            | b)   |
| UA63                          | Atividades      | DF                                       | 0   | 2  | b)   | E <sup>-</sup>                            | b)   |
| UA64                          | Atividades      | DF                                       | 0   | 2  | b)   | E <sup>-</sup>                            | b)   |
| UA65                          | Atividades      | DF                                       | 0   | 2  | b)   | E <sup>-</sup>                            | b)   |
| UA66                          | Temas/Conteúdos | DF                                       | 2   | 2  | C <sup>-</sup>                             | E <sup>-</sup>                            | E <sup>-</sup>                             |
| UA69                          | Temas/Conteúdos | DF                                       | 2   | 0  | C <sup>-</sup>                             | E <sup>-</sup>                            | E <sup>-</sup>                             |
| UA79                          | Temas/Conteúdos | DF                                       | 2   | 0  | C <sup>-</sup>                             | E <sup>-</sup>                            | E <sup>-</sup>                             |

*Legenda:* CC- conhecimentos científicos; CM - conhecimentos metacientíficos; C – Classificação; E – Enquadramento; DF – dimensão filosófica; DH – dimensão histórica; DP – dimensão psicológica; DSI – dimensão sociológica interna; DSE – dimensão sociológica externa; UA – unidade de análise; a) A UA contempla conhecimentos metacientíficos mas não as relações entre estes e os conhecimentos científicos (*o como*), pelo que não é considerada em termos do enquadramento de *o como* (critérios de avaliação de *o como*); b) A UA não contempla conhecimentos metacientíficos, pelo que não é considerada para a avaliação da intradisciplinaridade entre conhecimentos científicos e metacientíficos (*o como* avaliado em termos de classificação entre CC e CM) nem do enquadramento de *o como* (critérios de avaliação de *o como*).

### 3.2. MANUAL B (continuação)

#### 3.2.4. MATERIAIS DOS PROFESSORES - COMPONENTE DE GEOLOGIA

| Unidades de análise | Indicador       | Análise por UA                     |  |                                      |                                    |                                     |                                      |
|---------------------|-----------------|------------------------------------|--|--------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|
|                     |                 | <i>O que</i>                       |  |                                      | <i>O como</i>                      |                                     |                                      |
|                     |                 | Dimensões da construção da ciência | Grau de complexidade dos conhecimentos | Grau de complexidade das capacidades | Intra-disciplinaridade e CC-CM (C) | Crítérios de avaliação <i>O que</i> | Crítérios de avaliação <i>O como</i> |
| UA1                 | Avaliação       |                                    | Ambíguo                                | Ambíguo                              | c)                                 | c)                                  | c)                                   |
| UA2                 | Temas/Conteúdos | DF                                 | 2                                      | 4                                    | C <sup>++</sup>                    | E <sup>-</sup>                      | E <sup>-</sup>                       |
|                     |                 | DSI                                | 0                                      | 2                                    |                                    |                                     |                                      |
| UA3                 | Temas/Conteúdos | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                     | E <sup>++</sup>                     | E <sup>++</sup>                      |
| UA4                 | Temas/Conteúdos | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                     | E <sup>++</sup>                     | E <sup>++</sup>                      |
| UA5                 | Atividades      | DF                                 | 2                                      | 2                                    | C <sup>++</sup>                    | E <sup>-</sup>                      | E <sup>-</sup>                       |
|                     |                 | DH                                 | 2                                      | 0                                    |                                    |                                     |                                      |
|                     |                 | DSI                                | 2                                      | 0                                    |                                    |                                     |                                      |
| UA6                 | Avaliação       | DF                                 | 2                                      | 2                                    | C <sup>-</sup>                     | E <sup>-</sup>                      | E <sup>-</sup>                       |
|                     |                 | DSI                                | 2                                      | 0                                    |                                    |                                     |                                      |
| UA7                 | Temas/Conteúdos | DF                                 | 2                                      | 2                                    | C <sup>++</sup>                    | E <sup>-</sup>                      | E <sup>-</sup>                       |
|                     |                 | DSI                                | 2                                      | 0                                    |                                    |                                     |                                      |
|                     |                 | DSE                                | 0                                      | 0                                    |                                    |                                     |                                      |

| Unidades de análise | Indicador                  | Análise por UA                     |  |                                      |                                    |                                     |                                      |
|---------------------|----------------------------|------------------------------------|--|--------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|
|                     |                            | <i>O que</i>                       |  |                                      | <i>O como</i>                      |                                     |                                      |
|                     |                            | Dimensões da construção da ciência | Grau de complexidade dos conhecimentos | Grau de complexidade das capacidades | Intra-disciplinaridade e CC-CM (C) | CrITÉRIOS de avaliação <i>O que</i> | CrITÉRIOS de avaliação <i>O como</i> |
| UA8                 | Esquemas/Diagramas/Imagens | DSI                                | 2                                      | 0                                    | C <sup>++</sup>                    | E <sup>++</sup>                     | E <sup>++</sup>                      |
| UA9                 | Avaliação                  | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                     | E <sup>++</sup>                     | E <sup>++</sup>                      |
|                     |                            | DSE                                | 2                                      | 0                                    |                                    |                                     |                                      |
| UA10                | Atividades                 | DF                                 | 2                                      | 3                                    | C <sup>++</sup>                    | E <sup>++</sup>                     | E <sup>++</sup>                      |
|                     |                            | DH                                 | 2                                      | 3                                    |                                    |                                     |                                      |
|                     |                            | DSI                                | 2                                      | 0                                    |                                    |                                     |                                      |
| UA11                | Avaliação                  | DF                                 | 0                                      | 3                                    | b)                                 | E <sup>++</sup>                     | b)                                   |
| UA12                | Avaliação                  | DF                                 | 0                                      | 3                                    | b)                                 | E <sup>++</sup>                     | b)                                   |
| UA13                | Temas/Conteúdos            | DF                                 | 2                                      | 3                                    | C <sup>++</sup>                    | E <sup>++</sup>                     | E <sup>++</sup>                      |
|                     |                            | DH                                 | 2                                      | 0                                    |                                    |                                     |                                      |
|                     |                            | DSI                                | 2                                      | 3                                    |                                    |                                     |                                      |
| UA14                | Avaliação                  | DF                                 | 0                                      | 2                                    | b)                                 | E <sup>++</sup>                     | b)                                   |
|                     |                            | DSE                                | 0                                      | 4                                    |                                    |                                     |                                      |
| UA15                | Avaliação                  | DSE                                | 2                                      | 5                                    | C <sup>-</sup>                     | E <sup>++</sup>                     | E <sup>++</sup>                      |
| UA16                | Temas/Conteúdos            | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>-</sup>                     | E <sup>-</sup>                      | E <sup>++</sup>                      |

| Unidades de análise | Indicador                  | Análise por UA                     |  |                                      |                                    |                                     |                                      |
|---------------------|----------------------------|------------------------------------|--|--------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|
|                     |                            | <i>O que</i>                       |  |                                      | <i>O como</i>                      |                                     |                                      |
|                     |                            | Dimensões da construção da ciência | Grau de complexidade dos conhecimentos | Grau de complexidade das capacidades | Intra-disciplinaridade e CC-CM (C) | Critérios de avaliação <i>O que</i> | Critérios de avaliação <i>O como</i> |
|                     |                            | DSE                                | 0                                      | 3                                    |                                    |                                     |                                      |
| UA17                | Esquemas/Diagramas/Imagens | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>++</sup>                    | E <sup>-</sup>                      | E <sup>-</sup>                       |
| UA18                | Esquemas/Diagramas/Imagens | DF                                 | 2                                      | 0                                    | C <sup>++</sup>                    | E <sup>-</sup>                      | E <sup>-</sup>                       |

*Legenda:* CC- conhecimentos científicos; CM - conhecimentos metacientíficos; C – Classificação; E – Enquadramento; DF – dimensão filosófica; DH – dimensão histórica; DP – dimensão psicológica; DSI – dimensão sociológica interna; DSE – dimensão sociológica externa; UA – unidade de análise; b) A UA não contempla conhecimentos metacientíficos, pelo que não é considerada para a avaliação da intradisciplinaridade entre conhecimentos científicos e metacientíficos (*o como* avaliado em termos de classificação entre CC e CM) nem do enquadramento de *o como* (critérios de avaliação de *o como*); c) A ambiguidade da UA impede a avaliação deste parâmetro.



### 3.3. RESULTADOS GERAIS DA ANÁLISE DOS MANUAIS

|   |                               | Manual A        |            |                           |            | Manual B        |            |                           |           |
|---|-------------------------------|-----------------|------------|---------------------------|------------|-----------------|------------|---------------------------|-----------|
|   |                               | Corpo do manual |            | Materiais dos professores |            | Corpo do manual |            | Materiais dos professores |           |
|   |                               | Biologia        | Geologia   | Biologia                  | Geologia   | Biologia        | Geologia   | Biologia                  | Geologia  |
| Distribuição relativa dos conhecimentos científicos e metacientíficos     | Conhecimentos científicos     | 231<br>72%      | 153<br>55% | 216<br>71%                | 139<br>55% | 294<br>71%      | 255<br>71% | 64<br>74%                 | 49<br>74% |
|   | Conhecimentos metacientíficos | 89<br>28%       | 123<br>45% | 90<br>29%                 | 116<br>45% | 119<br>29%      | 105<br>29% | 23<br>26%                 | 17<br>26% |
| <i>n</i>  |                               | 320             | 276        | 306                       | 255        | 413             | 360        | 87                        | 66        |
| Distribuição relativa dos conhecimentos e das capacidades metacientíficos | Conhecimentos metacientíficos | 62<br>70%       | 83<br>67%  | 70<br>78%                 | 106<br>91% | 101<br>85%      | 85<br>81%  | 10<br>43%                 | 14<br>82% |
|   | Capacidades metacientíficas   | 33<br>37%       | 53<br>43%  | 23<br>26%                 | 10<br>9%   | 36<br>30%       | 30<br>29%  | 17<br>74%                 | 11<br>65% |
| <i>n</i>  |                               | 89              | 123        | 90                        | 116        | 119             | 105        | 23                        | 17        |
| Natureza dos conhecimentos metacientíficos                                | Dimensão filosófica           | 36<br>58%       | 70<br>84%  | 57<br>81%                 | 71<br>67%  | 66<br>65%       | 63<br>74%  | 7<br>70%                  | 13<br>93% |
|   | Dimensão histórica            | 7<br>11%        | 3<br>4%    | 17<br>24%                 | 18<br>17%  | 4<br>4%         | 9<br>11%   | 4<br>4%                   | 3<br>21%  |
|   | Dimensão psicológica          | 1<br>2%         | 1<br>1%    | 0<br>0%                   | 0<br>0%    | 0<br>0%         | 0<br>0%    | 1<br>1%                   | 0<br>0%   |
|   | Dimensão sociológica interna  | 1<br>2%         | 5<br>6%    | 1<br>1%                   | 7<br>7%    | 1<br>1%         | 2<br>2%    | 4<br>4%                   | 6<br>43%  |
|   | Dimensão sociológica externa  | 24<br>39%       | 6<br>7%    | 15<br>21%                 | 35<br>33%  | 19<br>19%       | 22<br>26%  | 2<br>2%                   | 1<br>7%   |

|  |                              | Manual A        |           |                           |            | Manual B        |           |                           |            |
|--|------------------------------|-----------------|-----------|---------------------------|------------|-----------------|-----------|---------------------------|------------|
|  |                              | Corpo do manual |           | Materiais dos professores |            | Corpo do manual |           | Materiais dos professores |            |
|  |                              | Biologia        | Geologia  | Biologia                  | Geologia   | Biologia        | Geologia  | Biologia                  | Geologia   |
| <i>n</i>   |                              | 62              | 83        | 70                        | 106        | 101             | 85        | 10                        | 14         |
| Natureza das capacidades metacientíficas               | Dimensão filosófica          | 28<br>72%       | 40<br>76% | 20<br>87%                 | 8<br>80%   | 35<br>100%      | 24<br>88% | 15<br>82%                 | 9<br>82%   |
|  | Dimensão histórica           | 2<br>5%         | 8<br>15%  | 0<br>0%                   | 2<br>20%   | 0<br>0%         | 0<br>0%   | 0<br>9%                   | 1<br>9%    |
|  | Dimensão psicológica         | 0<br>0%         | 2<br>4%   | 0<br>0%                   | 0<br>0%    | 0<br>0%         | 0<br>0%   | 0<br>0%                   | 0<br>0%    |
|  | Dimensão sociológica interna | 0<br>05         | 4<br>8%   | 0<br>0%                   | 0<br>0%    | 0<br>0%         | 0<br>0%   | 0<br>0%                   | 2<br>18%   |
|  | Dimensão sociológica externa | 7<br>18%        | 6<br>11%  | 4<br>17%                  | 0<br>0%    | 1<br>1%         | 4<br>18%  | 3<br>18%                  | 3<br>27%   |
| <i>n</i>   |                              | 39              | 53        | 23                        | 10         | 36              | 30        | 17                        | 11         |
| Grau de complexidade dos conhecimentos metacientíficos | Grau 1                       | 0<br>0%         | 1<br>1%   | 1<br>1%                   | 1<br>1%    | 0<br>0%         | 0<br>0%   | 0<br>0%                   | 0<br>0%    |
|  | Grau 2                       | 66<br>96%       | 65<br>71% | 77<br>95%                 | 122<br>96% | 86<br>96%       | 78<br>81% | 19<br>100%                | 23<br>100% |
|  | Grau 3                       | 3<br>4%         | 19<br>21% | 3<br>4%                   | 4<br>3%    | 4<br>4%         | 18<br>19% | 0<br>0%                   | 0<br>0%    |
|  | Grau 4                       | 0<br>0%         | 6<br>7%   | 0<br>0%                   | 0<br>0%    | 0<br>0%         | 0<br>0%   | 0<br>0%                   | 0<br>0%    |



|  |        | Manual A        |           |                           |           | Manual B        |           |                           |          |
|--|--------|-----------------|-----------|---------------------------|-----------|-----------------|-----------|---------------------------|----------|
|  |        | Corpo do manual |           | Materiais dos professores |           | Corpo do manual |           | Materiais dos professores |          |
|  |        | Biologia        | Geologia  | Biologia                  | Geologia  | Biologia        | Geologia  | Biologia                  | Geologia |
| <i>n</i>   |        | 69              | 91        | 81                        | 127       | 90              | 96        | 19                        | 23       |
| Grau de complexidade das capacidades metacientíficas | Grau 1 | 0<br>0%         | 2<br>3%   | 1<br>5%                   | 0<br>0%   | 0<br>0%         | 0<br>0%   | 0<br>0%                   | 0<br>0%  |
|  | Grau 2 | 14<br>38%       | 18<br>30% | 6<br>29%                  | 5<br>50%  | 26<br>77%       | 9<br>31%  | 10<br>59%                 | 4<br>27% |
|  | Grau 3 | 8<br>22%        | 6<br>10%  | 11<br>52%                 | 4<br>40%  | 6<br>18%        | 16<br>55% | 7<br>41%                  | 8<br>53% |
|  | Grau 4 | 13<br>35%       | 16<br>27% | 3<br>14%                  | 1<br>10%  | 1<br>3%         | 4<br>14%  | 0<br>0%                   | 2<br>13% |
|  | Grau 5 | 0<br>0%         | 14<br>23% | 0<br>0%                   | 0<br>0%   | 1<br>3%         | 0<br>0%   | 0<br>0%                   | 1<br>7%  |
|  | Grau 6 | 2<br>5%         | 4<br>7%   | 0<br>0%                   | 0<br>0%   | 0<br>0%         | 0<br>0%   | 0<br>0%                   | 0<br>0%  |
| <i>n</i>   |        | 37              | 60        | 21                        | 10        | 34              | 29        | 17                        | 15       |
| Intradisciplinaridade CC-CM (C)                      | C+     | 7<br>11%        | 17<br>20% | 17<br>24%                 | 13<br>12% | 15<br>15%       | 24<br>28% | 1<br>10%                  | 0<br>0%  |
|  | C-     | 33<br>53%       | 39<br>47% | 37<br>53%                 | 43<br>41% | 33<br>33%       | 21<br>25% | 7<br>70%                  | 6<br>43% |
|  | C--    | 22<br>35%       | 27<br>33% | 16<br>23%                 | 50<br>47% | 53<br>53%       | 40<br>47% | 2<br>20%                  | 8<br>57% |
| <i>n</i>   |        | 62              | 83        | 70                        | 106       | 101             | 85        | 10                        | 14       |
| Critérios de avaliação o que                         | E++    | ---             | ---       | 2<br>2%                   | 6<br>6%   | ---             | ---       | 0<br>0%                   | 0<br>0%  |

|  |     | Manual A        |          |                           |           | Manual B        |          |                           |           |
|--|-----|-----------------|----------|---------------------------|-----------|-----------------|----------|---------------------------|-----------|
|  |     | Corpo do manual |          | Materiais dos professores |           | Corpo do manual |          | Materiais dos professores |           |
|  |     | Biologia        | Geologia | Biologia                  | Geologia  | Biologia        | Geologia | Biologia                  | Geologia  |
| (E)  | E+  | ---             | ---      | 6<br>7%                   | 8<br>8%   | ---             | ---      | 0<br>0%                   | 0<br>0%   |
|  | E-  | ---             | ---      | 62<br>69%                 | 72<br>69% | ---             | ---      | 19<br>83%                 | 10<br>59% |
|  | E-- | ---             | ---      | 20<br>22%                 | 19<br>18% | ---             | ---      | 4<br>17%                  | 7<br>41%  |
| <i>n</i>                                       |     | ---             | ---      | 90                        | 105       | ---             | ---      | 23                        | 17        |
| Critérios de avaliação<br><i>O como</i><br>(E) | E++ | ---             | ---      | 2<br>4%                   | 4<br>5%   | ---             | ---      | 3<br>7%                   | 0<br>0%   |
|  | E+  | ---             | ---      | 2<br>4%                   | 7<br>8%   | ---             | ---      | 7<br>17%                  | 0<br>0%   |
|  | E-  | ---             | ---      | 38<br>72%                 | 62<br>71% | ---             | ---      | 26<br>63%                 | 10<br>71% |
|  | E-- | ---             | ---      | 11<br>21%                 | 14<br>16% | ---             | ---      | 5<br>12%                  | 4<br>29%  |
| <i>n</i>                                       |     | ---             | ---      | 53                        | 87        | ---             | ---      | 41                        | 14        |

Legenda: CC- conhecimentos científicos; CM - conhecimentos metacientíficos; C – Classificação; E – Enquadramento; UA – Unidade de análise.

## **APÊNDICE 4**

### **Questionário**

### **‘As concepções dos Professores de Biologia e Geologia sobre a Construção da Ciência’**



## QUESTIONÁRIO

aos

### **Professores de Biologia e Geologia**

---

#### **As concepções dos Professores de Biologia e Geologia sobre a Construção da Ciência**

Este questionário insere-se num estudo com o qual se pretende realizar uma análise comparativa, no que diz respeito à forma como a construção da ciência está contemplada na disciplina de Biologia e Geologia do 10º ano, dos respetivos programas e manuais escolares e das concepções dos professores que lecionam a disciplina.

Constituem assim objetos de estudo desta investigação o programa de Biologia e Geologia do 10º ano, os dois manuais escolares de Biologia e Geologia do 10º ano mais selecionados em 2012/2013 e as respostas a questionários realizados a professores de Biologia e Geologia do 10º ano que lecionaram essa disciplina com base nesses manuais.

Com este questionário, pretende-se analisar as suas ideias relativamente à inclusão da construção da ciência no ensino das ciências, bem como as interpretações que fazem do programa no que se refere a esses aspetos.

O questionário é anónimo e os dados obtidos serão mantidos confidenciais.

## **DADOS PESSOAIS**

**Nível(s) de escolaridade que está a lecionar:** \_\_\_\_\_

**Formação académica inicial:** \_\_\_\_\_

**Tempo de serviço docente (anos):** 0-5 ☐      6-10 ☐      11-20 ☐      mais de 21 ☐

**Anos consecutivos de serviço na escola em que se encontra:** ☐ ☐ anos

**Idade:**              20-30 ☐              31-40 ☐              41-50 ☐              51-60 ☐              61-70 ☐

**Género:**                      Feminino ☐                      Masculino ☐

**Escola:** \_\_\_\_\_

**N.º de professores da escola que se encontram a disciplina de Biologia e Geologia ao 10.º ano :** ☐☐

**Localização da escola:**

Norte ☐                      Centro ☐                      Lisboa e Vale do Tejo ☐

Alentejo ☐                      Algarve ☐                      R. A. Açores ☐                      R. A. Madeira ☐

## GRUPO I

### A construção da ciência nas práticas pedagógicas

Considere o tema “Célula, unidade básica da vida”, um dos capítulos que integra normalmente os programas curriculares da área da Biologia.

#### 1.1. Quais dos conhecimentos apresentados a seguir (de A a H) considera que devem ser abordados na exploração do tema “Célula, unidade básica da vida”, ao nível das práticas pedagógicas?

(Por favor, responda à pergunta assinalando com X a devida correspondência)

- ☐ **A.** A célula enquanto unidade estrutural e funcional de todos os seres vivos
- ☐ **B.** Impacto dos avanços científicos na citologia ao nível da saúde
- ☐ **C.** Desenvolvimento da teoria celular, com referência ao contexto em que esta foi desenvolvida
- ☐ **D.** Metodologias práticas/experimentais adotadas na observação de células
- ☐ **E.** As qualidades de caráter (persistência, determinação) dos cientistas que influenciaram a construção da Teoria Celular
- ☐ **F.** Células procarióticas e células eucarióticas: características estruturais e funcionais
- ☐ **G.** Reações da comunidade científica à Teoria Celular
- ☐ **H.** Funções dos diferentes organelos celulares

#### 1.2. Dos conhecimentos referidos anteriormente (de A a H) quais se relacionam com:

(Por favor, responda assinalando com X o conhecimento que considera adequado a cada um dos itens de 1.2.1 a 1.2.5)

|   | A                        | B                        | C                        | D                        | E                        | F                        | G                        | H                        |
|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <b>1.2.1.</b> A metodologia da ciência?       | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>1.2.2</b> A evolução histórica da ciência? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

**1.2.3** As características psicológicas dos cientistas? ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

**1.2.4** As relações estabelecidas no âmbito da comunidade científica? ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

**1.2.5** As relações entre a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade? ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ ☐

**1.3.As dimensões referidas de 1.2.1. a 1.2.5. dizem respeito à forma como a ciência é construída, isto é, contemplam conhecimentos metacientíficos. Qual considera ser a principal razão para que este tipo de conhecimentos seja incluído no ensino das ciências?**

*(Por favor responda, assinalando com X essa razão)*

- ☐ Contribuem para motivação dos alunos, predispondo-os para a aprendizagem dos conhecimentos científicos.
- ☐ Contribuem para uma aprendizagem mais significativa dos conhecimentos científicos.
- ☐ Contribuem para proporcionar a informação científica necessária ao exercício da cidadania atual.
- ☐ Outra. Qual?

**1.4.Nas práticas pedagógicas, quando considera que devem ser abordados os conhecimentos metacientíficos?**

*(Por favor responda assinalando com X a situação com que mais concorda)*

- ☐ Numa(s) aula(s) à parte, como conclusão da matéria, após a leção dos conhecimentos científicos.
- ☐ Numa(s) aula(s) à parte, como iniciação da matéria, antes da leção dos conhecimentos científicos.
- ☐ Em simultâneo com os conhecimentos científicos, estabelecendo relação entre estes dois tipos de conhecimentos, mas dando maior importância aos conhecimentos científicos.
- ☐ Em simultâneo com os conhecimentos científicos, estabelecendo relação entre estes dois tipos de conhecimentos, dando igual importância aos dois.



**1.5.As afirmações que se seguem dizem respeito a diferentes razões justificativas quanto à forma como os conhecimentos metacientíficos devem ser incluídos no ensino das ciências.**

*(Por favor assinale com um X a razão que considera mais adequada)*

- ☐ Devem ser abordados em aulas à parte porque têm uma natureza conceitual diferente, o que requer uma forma de abordagem pedagógica diferente.
- ☐ Devem ser abordados em aulas à parte porque englobam aspectos interessantes acerca do mundo da ciência que podem ser utilizados para motivar os alunos para as aprendizagens a realizar, ou para consolidar as já realizadas.
- ☐ Devem ser abordados em simultâneo com os conhecimentos científicos porque englobam aspectos interessantes acerca do mundo da ciência que permitem a contextualização das aprendizagens científicas.
- ☐ Devem ser abordados em simultâneo com os conhecimentos científicos porque permitem a ligação entre os processos e os produtos da ciência, o que confere mais significado à aprendizagem científica.

**2.1. Quais das capacidades apresentadas na tabela seguinte (de A a H) considera que devem ser promovidas na exploração do âmbito do tema “Célula, unidade básica da vida”, ao nível das práticas pedagógicas?**

*(Por favor, responda à pergunta assinalando com X a devida correspondência)*

- ☐ **A. Explicar a diferença** entre células procarióticas e células eucarióticas
- ☐ **B. Avaliar a importância para a saúde dos avanços da investigação científica** em citologia
- ☐ **C. Interpretar resultados experimentais** relativos à organização celular
- ☐ **D. Pesquisar informação relacionada com o desenvolvimento** da Teoria Celular
- ☐ **E. Analisar a importância biológica** das diferentes biomoléculas

- ☐ **F. Cooperar numa atividade de investigação** sobre as biomoléculas
- ☐ **G. Identificar características dos cientistas associadas ao processo de construção da ciência** no âmbito da Teoria Celular
- ☐ **H. Inferir a relação estrutura-função** de diversos organelos celulares

**2.2. Das capacidades referidas anteriormente (de A a H) quais se relacionam com:**

*(Por favor responda à questão assinalando com uma X a capacidade que considera adequada a cada um dos itens de 2.2.1 a 2.2.5)*

|   | A                        | B                        | C                        | D                        | E                        | F                        | G                        | H                        |
|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <b>2.2.1.</b> A metodologia da ciência?                                     | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>2.2.2.</b> A evolução histórica da ciência?                              | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>2.2.3.</b> As características psicológicas dos cientistas?               | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>2.2.4.</b> As relações estabelecidas no âmbito da comunidade científica? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| <b>2.2.5.</b> As relações entre a Ciência, A Tecnologia e a Sociedade?      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

**2.3. As dimensões referidas de 2.2.1. a 2.2.5. dizem respeito à forma como a ciência é construída, isto é, contemplam capacidades metacientíficas. Qual considera ser a principal razão para que este tipo de capacidades seja incluído no ensino das ciências?**

*(Por favor responda à pergunta, assinalando com X essa razão)*

- ☐ Contribuem para a motivação dos alunos, predispondo-os para a aprendizagem de conhecimentos científicos.
- ☐ Contribuem para uma aprendizagem mais significativa dos conhecimentos científicos.
- ☐ Contribuem para o desenvolvimento de atitudes necessárias a uma cidadania atual.

☐ Outra. Qual?

**3. Por favor, refira, em traços gerais, exemplos de atividades sobre a construção da ciência no âmbito da Teoria Celular a desenvolver em contexto de sala de aula.**

## GRUPO II

### Programa de Biologia e Geologia do 10.º ano

Os dois quadros seguintes representam parte de duas tabelas retiradas da secção de desenvolvimento dos programas das componentes de Geologia (Quadro A) e de Biologia (Quadro B).

Para responder às perguntas seguintes, deve ter-se em consideração que a Biologia e a Geologia são igualmente importantes para a aprendizagem científica e que os excertos A e B correspondem a uma amostra representativa dos programas das componentes de Biologia e de Geologia.

**Quadro A** (Tema I da componente de Geologia)

| Conteúdos conceptuais<br>(Conhecimentos)   | Conteúdos<br>Procedimentais<br>(Capacidades)   |
|--|--|
| 4. A Terra, um planeta em mudança.<br><br>4.1 Princípios básicos do raciocínio geológico.<br><br>4.1.1 O presente é a chave do passado (atualismo geológico).<br><br>4.1.2 Processos violentos e tranquilos (catastrofismo e uniformitarismo).<br><br>4.2 O mobilismo geológico.<br><br>As placas tectónicas e os seus movimentos. | Identificar elementos constitutivos da situação-problema.<br><br>Problematizar e formular hipóteses.<br><br>Testar e validar ideias.<br><br>Planear e realizar pequenas investigações teoricamente enquadradas.<br><br>Observar e interpretar dados.<br><br>Usar fontes bibliográficas de forma autónoma – pesquisando, organizando e tratando informação.<br><br>Utilizar diferentes formas de comunicação, oral e escrita. |

**Quadro B** (Unidade 1 da componente de Biologia)

| Conteúdos conceptuais<br>(Conhecimentos)   | Conteúdos<br>Procedimentais<br>(Capacidades)   |
|--|--|
| 1. A Biosfera.<br><br>1.1. Diversidade.<br><br>1.2. Organização.<br><br>1.3. Extinção e conservação. | <ul style="list-style-type: none"> <li>Realizar estudos em ambientes naturais.</li> <li>Participar nos processos de planificação das atividades a realizar antes, durante e após as saídas de campo.</li> <li>Fazer recolhas criteriosas e perspetivar a sua relevância no trabalho laboratorial.</li> <li>Identificar seres vivos a partir de dados obtidos com a ajuda de instrumentos de laboratório e/ou pesquisa bibliográfica.</li> <li>Compreender a existência de diferentes modos de interação entre os seres vivos de um ecossistema.</li> <li>Prever a evolução de um determinado ecossistema se sujeito a alterações.</li> </ul> |

**1. Tendo como referência os conhecimentos e as capacidades relacionados com a construção da ciência, refira qual dessas duas componentes permite uma aprendizagem científica mais significativa:**

*(Por favor responda à pergunta, assinalando com X a opção que considera mais adequada)*

- ☐ A componente de Biologia porque contempla conhecimentos científicos apelativos, o que permite a motivação dos alunos para a aprendizagem científica.
- ☐ A componente de Biologia porque, além de conhecimentos científicos contempla capacidades metacientíficas, o que permite a realização de aprendizagens com maior nível de complexidade concetual.
- ☐ A componente de Geologia porque, além de conhecimentos científicos, contempla conhecimentos metacientíficos e capacidades metacientíficas, o que permite a motivação dos alunos para a aprendizagem científica.
- ☐ A componente de Geologia porque, além de conhecimentos científicos, contempla conhecimentos metacientíficos e capacidades metacientíficas, o que permite a realização de aprendizagens com maior nível de complexidade concetual.

**2. Tendo como referência as relações intradisciplinares entre conhecimentos científicos e conhecimentos metacientíficos, refira qual dessas duas componentes permite uma aprendizagem científica mais significativa:**

*(Por favor responda à pergunta, assinalando com X a opção que considera mais adequada)*

- ☐ A componente de Biologia porque não associa, no mesmo tema/unidade, conhecimentos científicos e metacientíficos, já que estes, ao terem uma natureza concetual diferente, dificultam a aprendizagem dos conhecimentos científicos.
- ☐ A componente de Biologia porque não associa, no mesmo tema/unidade, conhecimentos científicos e metacientíficos, pressupondo-se que os conhecimentos metacientíficos devem ser abordados no início e à parte, como forma de motivação.
- ☐ A componente de Geologia porque associa, no mesmo tema/unidade, conhecimentos científicos e metacientíficos, o que permite estabelecer a ligação entre os produtos e os processos da ciência.

- ☐ A componente de Geologia porque associa, no mesmo tema/unidade, conhecimentos científicos e metacientíficos, o que permite contextualizar as aprendizagens científicas.

**3. No que se refere à inclusão da construção da ciência nos programas curriculares da área das ciências, existem basicamente três posições:**

*(Por favor assinale com um X com qual destas posições - A, B ou C - mais se identifica)*

- ☐ **A.** O ensino das ciências deve centrar-se apenas nos conhecimentos científicos, podendo eventualmente contemplar conhecimentos metacientíficos como fator de motivação dos alunos.
- ☐ **B.** O ensino das ciências deve contemplar conhecimentos científicos e conhecimentos metacientíficos, mas dando menos importância a estes últimos.
- ☐ **C.** O ensino das ciências deve contemplar conhecimentos científicos e conhecimentos metacientíficos, dando igual importância a estes dois tipos de conhecimentos.

Se assim o desejar, pode deixar eventuais comentários, sugestões ou críticas no espaço seguinte:

**OBRIGADO PELA SUA COLABORAÇÃO**

Grupo ESSA, Instituto de Educação da Universidade de Lisboa, 2014





## **APÊNDICE 5**

### **Tabela de resultados das respostas ao questionário**





**QUESTÕES****N.º e % de  
respostas****DADOS PESSOAIS**

| Nível(s) de escolaridade/disciplina que está a lecionar                        |            |
|--|------------|
| Só 10º ano   | 29<br>14%  |
| 10º ano e outros níveis do ensino básico                                       | 51<br>25%  |
| 10.º ano e outros níveis do ensino secundário (incluindo profissional)         | 63<br>31%  |
| 10º ano e outros níveis do ensino básico e secundário (incluindo profissional) | 26<br>13%  |
| Outros (situações em que não lecionam o 10º ano)                               | 34<br>17%  |
| Tempo de serviço docente   |            |
| 0 a 5  | 2<br>1%    |
| 6 a 10   | 7<br>3%    |
| 11 a 20  | 77<br>38%  |
| Mais de 21   | 117<br>58% |
| Anos consecutivos de serviço na escola em que se encontra                      |            |
| 0 a 5  | 43<br>21%  |
| 6 a 10   | 22<br>11%  |
| 11 a 20  | 75<br>37%  |
| Mais de 21   | 53<br>26%  |
| Não responderam  | 10<br>5%   |
| Idade  |            |
| 20-30  | 1<br>0,5%  |
| 31-40  | 36<br>18%  |
| 41-50  | 94<br>46%  |
| 51-60  | 61<br>30%  |

| <b>QUESTÕES</b>   | <b>N.º e % de respostas</b> |
|---|-----------------------------|
| 61-70   | 5<br>2,5%                   |
| Não responderam   | 6<br>3%                     |
| <b>Género</b>   |                             |
| Feminino  | 164<br>81%                  |
| Masculino   | 33<br>16%                   |
| Não responderam   | 6<br>3%                     |
| <b>Localização da escola</b>  |                             |
| Lisboa e Vale do Tejo   | 66<br>33%                   |
| Centro  | 59<br>29%                   |
| Norte   | 65<br>32%                   |
| Alentejo  | 10<br>5%                    |
| Algarve   | 3<br>1,5%                   |
| <b>GRUPO I</b>  |                             |
| <b>Questão 1.1. Regras de reconhecimento relativamente aos conhecimentos metacientíficos (globalmente).</b> |                             |
| Não possuem<br>Grau 1   | 4<br>2%                     |
| Possuem em grau baixo<br>Grau 2   | 77<br>38%                   |
| Possuem em grau médio<br>Grau 3   | 67<br>33%                   |
| <b>Questão 1.2. Regras de reconhecimento para cada dimensão da construção da ciência.</b>                   |                             |
| Possuem para a DF   | 160<br>79%                  |
| Possuem para a DH   | 147<br>72%                  |
| Possuem para a DP   | 178<br>88%                  |
| Possuem para a DSI  | 166<br>82%                  |
| Possuem para a DSE  | 173<br>85%                  |

| <b>QUESTÕES</b>  | <b>N.º e % de respostas</b> |
|--|-----------------------------|
| <b>Questão 1.3. Regras de realização passiva relativamente aos conhecimentos metacientíficos</b> |                             |
| Não possuem  | 105<br>52%                  |
| Possuem  | 98<br>48%                   |
| <b>Questão 1.4. Regras de reconhecimento relativamente às relações intradisciplinares.</b>       |                             |
| Não possuem<br>Grau 1  | 8<br>4%                     |
| Possuem em grau médio<br>Grau 2  | 92<br>45%                   |
| Possuem em grau elevado<br>Grau 3  | 103<br>51%                  |
| <b>Questão 1.5. Regras de realização passiva relativamente às relações intradisciplinares.</b>   |                             |
| Não possuem<br>Grau 1  | 8<br>4%                     |
| Possuem em grau médio<br>Grau 2  | 63<br>31%                   |
| Possuem em grau elevado<br>Grau 3  | 132<br>65%                  |
| <b>Questão 2.1. Regras de reconhecimento relativamente às capacidades metacientíficas.</b>       |                             |
| Não possuem  | 6<br>3%                     |
| Possuem em grau baixo  | 61<br>30%                   |
| Possuem em grau médio  | 95<br>47%                   |
| Possuem em grau elevado  | 41<br>20%                   |
| <b>Questão 2.2. Regras de reconhecimento para cada dimensão da construção da ciência.</b>        |                             |
| Possuem para a DF  | 125<br>62%                  |
| Possuem para a DH  | 151<br>74%                  |
| Possuem para a DP  | 181<br>89%                  |
| Possuem para a DSI   | 103<br>51%                  |
| Possuem para a DSE   | 176<br>87%                  |
| <b>Questão 2.3. Regras de realização passiva relativamente às capacidades metacientíficas.</b>   |                             |
| Não possuem  | 90<br>43%                   |

| <b>QUESTÕES</b>   | <b>N.º e % de respostas</b> |
|---|-----------------------------|
| Possuem   | 113<br>56%                  |
| <b>GRUPO II</b>   |                             |
| <b>Questão 1. Regras de reconhecimento e regras de realização passiva relativamente à natureza e abrangência dos conteúdos metacientíficos (conhecimentos e capacidades) no contexto do programa.</b> |                             |
| Não possuem nem RR nem RRP  | 123<br>61%                  |
| Possuem RR mas não possuem RRP  | 26<br>13%                   |
| Possuem RR e RRP  | 54<br>27%                   |
| <b>Questão 2. Regras de reconhecimento e regras de realização passiva relativamente às relações intradisciplinares entre conhecimentos científicos e metacientíficos no contexto do programa.</b>     |                             |
| Não possuem nem RR nem RRP  | 55<br>27%                   |
| Possuem RR mas não possuem RRP  | 77<br>38%                   |
| Possuem RR e RRP  | 71<br>35%                   |
| <b>Questão 3. Importância dada à inclusão da construção da ciência no ensino das ciências.</b>  |                             |
| Não dão importância<br>Grau 1   | 17<br>8%                    |
| Dão importância<br>Grau 3   | 95<br>47%                   |
| Dão importância<br>Grau 2   | 91<br>45%                   |
| <b>TOTAL</b>  | <b>203</b>                  |

## **APÊNDICE 6**

### **Documentos do processo de pedido de autorização para aplicação do questionário**



## **6.1. Autorização “Monitorização de Inquéritos em Meio Escolar” (MIME)**







Sílvia Castro &lt;silvia.t.castro@gmail.com&gt;

**Monitorização de Inquéritos em Meio Escolar: Inquérito nº 0423700001**

mime-noreply@gepe.min-edu.pt <mime-noreply@gepe.min-edu.pt>  
Para silvia.t.castro@gmail.com

11 de Março de 2014 às 11:00

Exmo(a)s. Sr(a)s.

O pedido de autorização do inquérito n.º 0423700001, com a designação *Questionário "As concepções dos Professores de Biologia e Geologia sobre a Construção da Ciência"*, registado em 11-02-2014, foi aprovado.

Avaliação do inquérito:

Exmo(a) Senhor(a) Dr(a) Sílvia Maria Henriques Tavares de Castro  
Venho por este meio informar que o pedido de realização de inquérito em meio escolar é autorizado uma vez que, submetido a análise, cumpre os requisitos, devendo atender-se às observações aduzidas.  
Com os melhores cumprimentos  
José Vitor Pedroso  
Diretor de Serviços de Projetos Educativos  
DGE

Observações:

- a) A realização dos Inquéritos fica sujeita a autorização das Direções dos Agrupamentos de Escolas do ensino público contactados para a realização do estudo. Merece especial atenção o modo, o momento e condições de aplicação dos instrumentos de recolha de dados em meio escolar, devendo fazer-se em estreita articulação com a Direção do Agrupamento.
- b) Deve considerar-se o disposto na Lei nº 67/98 em matéria de garantia de anonimato dos sujeitos (não identificar ou tornar identificável), confidencialidade, proteção e segurança dos dados, sendo necessário solicitar o consentimento informado e esclarecido do titular dos dados. Não deve haver cruzamento ou associação de dados entre os que são recolhidos pelos instrumentos de inquirição e os constantes da declaração de consentimento informado.
- c) De acordo com a nota metodológica do estudo, informa-se ainda que, de acordo com a natureza jurídica da DGE, publicada pelo Decreto-Lei n.º 14/2012 de 20 de janeiro, conjugada com o enquadramento legal específico dos pedidos de autorização para aplicação de inquéritos/realização de estudo de investigação em meio escolar (Despacho N.º 15847/2007, publicado no DR 2ª série n.º 140 de 23 de julho), a DGE não é competente para autorizar a realização de estudos/aplicação de inquéritos/questionários ou outros instrumentos em estabelecimentos de ensino privados
- d) Na plataforma tecnológica a utilizar para registo dos dados, deverá garantir-se que os questionários sejam unicamente acedidos e respondidos pelos alunos seleccionados para a amostra. Sugere-se a codificação do questionário de modo a ser respondido apenas pelo destinatário pretendido (através de método de codificação ou outra forma considerada adequada àquele propósito). Em caso de ser instrumento de livre acesso, não é da competência da DGE autorizar a sua aplicação, uma vez que qualquer pessoa pode responder.

Pode consultar na Internet toda a informação referente a este pedido no endereço <http://mime.gepe.min-edu.pt>. Para tal terá de se autenticar fornecendo os dados de acesso da entidade.



## **6.2. Parecer da Orientadora anexo ao pedido de autorização.**



## Declaração

Na qualidade de orientadora da investigação desenvolvida por Sílvia Maria Henriques Tavares de Castro, no âmbito da sua tese de doutoramento, centrada no tema *A construção da ciência no atual contexto de ensino-aprendizagem das ciências, no ensino secundário*, declaro que concordo com a metodologia utilizada e com o questionário a aplicar para caracterização das conceções dos professores de Biologia e Geologia sobre a construção da ciência.

Lisboa, 10 de fevereiro de 2014

A Orientadora

Ana Maria Roseta Morais

*Professora Catedrática Jubilada do  
Instituto de Educação da Universidade de Lisboa*



### **6.3. Nota metodológica anexa ao processo de pedido de autorização MIME.**





## **Questionário para caracterização das concepções dos professores de Biologia e Geologia sobre a construção da ciência**

### **NOTA METODOLÓGICA**

O questionário que se apresenta está incluído num estudo mais abrangente que se centra no tema “A construção da ciência no atual contexto de ensino-aprendizagem das ciências, no ensino secundário”. Esta investigação vem na sequência de outros trabalhos de investigação realizados pelo grupo ESSA (Estudos Sociológicos de sala de Aula) do Instituto de Educação da Universidade de Lisboa, nomeadamente o estudo realizado por Castro, (2006), centrado no programa de Biologia e Geologia do 10º ano, cujos resultados permitiram levantar pistas de reflexão relativamente ao papel dos manuais escolares e das concepções dos professores na inclusão da construção da ciência no ensino das ciências. O estudo partiu do seguinte problema: *“No que se refere à construção da ciência, qual a mensagem sociológica transmitida pelo Discurso Pedagógico de Reprodução veiculado por manuais escolares de Biologia e Geologia do 10º ano, quais as concepções dos professores que lecionam essa disciplina e em que medida a mensagem sociológica do programa de Biologia e Geologia do 10º ano é recontextualizada ao nível dos manuais escolares e das concepções dos professores?”*. Assim, esta investigação visa analisar, no que se refere à construção da ciência, manuais escolares de Biologia e Geologia do 10º ano, as concepções dos professores que lecionam essa disciplina e em que medida as orientações do programa relativas à construção da ciência são recontextualizadas a esses níveis (manuais escolares e concepções dos professores).

Do ponto de vista teórico, esta proposta de investigação baseia-se, fundamentalmente, na teoria de Bernstein (1990, 2000) e em contributos de diversos autores sobre filosofia da ciência (e.g. Popper, 2002; Kuhn, 1996; Ziman, 1984; Lakatos, 1980), natureza da ciência na educação científica (e.g. Lederman, 2007; Mathews, 2009), manuais escolares (e.g. Valverde, Bianchi, Wolfe, Schmidt & Houang, 2002) e alguns aspetos do desenvolvimento profissional dos professores (e.g. Doudin, Pons, Martin & Lafourture, 2003). São ainda consideradas concetualizações atuais sobre o ensino das ciências, nomeadamente quanto à inclusão da natureza da ciência no ensino das ciências.

No que se refere à metodologia, preconiza-se uma abordagem mista, que integra aspetos dos dois paradigmas de investigação, quantitativo e qualitativo (Creswell, 2003; Creswell & Clark, 2011; Morais & Neves, 2007). O estudo dos manuais e das respostas a questionários e transcrições das entrevistas, que nesta investigação, constituem o objeto de estudo, consistirá numa análise do tipo interpretativo, baseada na relação dialética entre as proposições teóricas e os dados empíricos. Desta forma, irão ser construídos modelos de análise com base na teoria de Bernstein (1990, 2000) e noutros modelos teóricos oriundos do campo da filosofia da ciência (e.g. Ziman, 1984).

O questionário que se apresenta para aprovação permitirá recolher dados acerca das concepções do grupo de professores que se encontram a utilizar os manuais de Biologia e Geologia do 10º ano estudados no âmbito desta investigação relativamente à inclusão da construção da ciência no ensino das ciências, bem como sobre as interpretações que fazem do programa no que se refere à construção da ciência. Com a análise das respostas ao questionário pretende-se assim caracterizar essas concepções e interpretações, tomando, como foco de análise, a natureza e abrangência dos conteúdos metacientíficos e as relações entre estes e os conteúdos científicos.

O questionário será aplicado em todas as escolas que tenham adotado os dois manuais que constituem objeto de estudo desta investigação - os dois mais selecionados em 2012/2013 - ao grupo de professores que se encontra a lecionar o 10º ano da disciplina de Biologia e Geologia. Para o efeito, o questionário será colocado online, sendo enviado a cada uma das escolas referidas, com o respetivo link e a indicação do grupo de professores a quem se destina, bem como com todas as indicações e explicitações inerentes à sua aplicação. Não está assim prevista a presença de nenhuma equipa de investigação em meio escolar.

Com esta investigação espera-se poder contribuir com sugestões e recomendações relativas à inclusão da construção da ciência no ensino das ciências de nível secundário, a vários níveis do aparelho pedagógico: professores da área do ensino das ciências do ensino secundário, formadores de professores, autores de

manuais escolares e responsáveis pela política educativa. Espera-se, também, contribuir para uma melhor compreensão dos processos de recontextualização que se verificam no campo de recontextualização pedagógica, ao nível dos manuais escolares e das práticas dos professores, no que diz respeito à construção da ciência.

## Referências:

- Bernstein, B. (1990). *Class, codes and control: Volume IV, The structuring of pedagogic discourse*. London: Routledge.
- Bernstein, B. (2000). *Pedagogy, symbolic control and identity: Theory, research, critique* (rev. ed.). London: Rowman & Littlefield.
- Castro, S. (2006). A construção da ciência na educação científica do ensino secundário – Análise do novo programa de biologia e geologia do 10º ano. Tese de mestrado, Universidade de Lisboa, Departamento de Educação da Faculdade de Ciências, Lisboa.
- Creswell, J. W. (2003). *Research design: Qualitative, quantitative and mixed approaches* (2nd ed.). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Creswell, J. W., & Clark, V. L. (2011). *Designing and conducting mixed methods research* (2nd ed.). California: Sage Publications.
- Doudin, P. A., Pons, F., Martin D. & Lafourture, L. (2003). *Croyances et connaissances: analyse de deux types de rapport au savoir In Conceptions, croyances et représentations en maths, sciences et technos*. Québec: PUQ.
- Kuhn, T. (1996). *The structure of scientific revolutions* (3ª Ed.). Londres: University of Chicago Press.
- Lakatos, I. (1980). *The Methodology of Scientific Research Programmes*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Lederman, N. G. (2007), The Nature of Science: Past, Present and Future. In: Abell, S.K., & Lederman, N.G. (Eds.). *Handbook of research on science education*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Liang, L. L., Chen, S., Chen, X., Kaya, O. N., Adams, A. D., Macklin, M., and Ebenezer, J. (2009). Preservice teachers' views about nature of scientific knowledge V. development: an international collaborative study. *International Journal of Science and Mathematic Education* 7, 987–1012.
- Matthews, M. R. (Ed.), (2009). *Science, Worldviews and Education: Reprinted from the Journal Science & Education*. Sidney: Springer.
- Morais, A. M., & Neves, I. P. (2007). Fazer investigação usando uma abordagem metodológica mista. *Revista Portuguesa de Educação*, 20(2), 75-104.
- Popper, K. R. (2002). *Conjectures and refutations: the growth of scientific knowledge* (2ª Ed.). Nova Iorque: Routledge.
- Valverde, G. A., Bianchi, L. J., Wolfe, R. G., Schmidt, W. H. & Houang, R. T. (2002) *According to the Book: Using TIMSS To Investigate the Translation of Policy into Practice Through the World of Textbooks*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Ziman, J. (1984). *An introduction to science studies – The philosophical and social aspects of science and technology*. Cambridge: Cambridge University Press.

## **APÊNDICE 7**

**Mensagem enviada  
aos diretores das escolas**



---

## **Assunto: QUESTIONÁRIO aos Professores de Biologia e Geologia do 10.º ano**

---

Este questionário destina-se aos **Professores de Biologia e Geologia do 10º ano** (grupo de recrutamento 520 – Biologia e Geologia) e foi submetido, para apreciação da Direção-Geral da Educação (DGE), através do sistema de Monitorização de Inquéritos em Meio Escolar (MIME), e aprovado em 11 de março de 2014, conforme documento em anexo.

O questionário é anónimo e os dados obtidos serão mantidos confidenciais.

Solicita-se assim a colaboração de V.ª Ex.ª no sentido de enviar o questionário ao(à) **Coordenador(a) de Departamento de Matemática e Ciências Experimentais** e ao(à) **Delegado(a) de Grupo de Biologia e Geologia**, bem como a todos os **professores que se encontram a lecionar a disciplina de Biologia e Geologia ao 10.º ano**.

**O acesso ao questionário e respetivas respostas é feito através do link... e dado o interesse que representa para o decurso do estudo referido, solicita-se que este inquérito seja respondido num prazo de 15 dias.**

Com os melhores cumprimentos,

Grupo ESSA, Instituto de Educação da Universidade de Lisboa, 2014

Este instrumento insere-se num estudo que visa analisar as concepções dos professores relativamente à inclusão da construção da ciência no ensino das ciências, bem como as interpretações que fazem do programa de Biologia e Geologia do 10º ano no que se refere a esses aspetos.



## **APÊNDICE 8**

**Dados fornecidos pela Direção-Geral da  
Educação relativamente à adoção de manuais  
escolares**





**8.1. Dados da DGE acerca dos dois manuais mais selecionados em 2011/2012 e em 2013/2014.**



Sílvia Castro <silvia.t.castro@gmail.com>

---

## Informação Manuais de Biologia e Geologia\_10º ano

---

De: DSDC (DGE) <dcdc@dge.mec.pt>

Data: 20 de fevereiro de 2017 às 13:01

Assunto: Informação Manuais de Biologia e Geologia\_10º ano

Para: silvia.t.castro@gmail.com

Exma. Senhora

Dr.ª Sílvia Maria Henriques Tavares de Castro

Doutoranda do Instituto de Educação da Universidade de Lisboa

Em resposta ao email infra, junto se enviam as referências relativas aos dois manuais escolares de Biologia e Geologia do 10.º ano de escolaridade mais adotados no ano letivo 2013-2014:

| Ano     | Disciplina                          | ISBN              | Título do Manual   | Editores            |
|---------|-------------------------------------|-------------------|--|---------------------|
| 10º Ano | Biologia e Geologia - CCH (CT - FE) | 978-972-627-947-1 | Biologia e Geologia 10                                     | Areal Editores, SA  |
| 10º Ano | Biologia e Geologia - CCH (CT - FE) | 978-972-0-42170-8 | Terra, Universo de Vida - Biologia e Geologia A - 10.º Ano | Porto Editora, Lda. |

Mais se informa que ao abrigo do Despacho n.º 12729-A/2012, de 27 de setembro, e mais recentemente do Despacho n.º 13331-A/2016, de 8 de novembro, foi prorrogado o período de vigência dos manuais escolares já adotados e em utilização e foi suspenso, até data a determinar por despacho do Ministério da Educação, o processo de adoção de novos manuais escolares destinados a esta disciplina/ano de escolaridade.

Tal como já mencionado, agradecemos que, oportunamente, seja dado conhecimento dos resultados da sua investigação a esta Direção-Geral.

Com os melhores cumprimentos.

O Diretor de Serviços de Desenvolvimento Curricular

Hélder Pais

---

De: Sílvia Castro [mailto:silvia.t.castro@gmail.com]

Enviada: 16 de janeiro de 2017 10:39

Para: Ana Luísa Neves (DGE)

Assunto: Informação Manuais de Biologia e Geologia\_10º ano

Exma. Senhora

Chefe da Divisão de Manuais Escolares, Material Didático e Equipamento Educativo

Dra. Ana Neves

Na sequência da informação prestavelmente cedida relativamente aos dois manuais escolares de Biologia e Geologia do 10º ano mais selecionados no ano letivo de 2011/2012, e dada a duração dos trabalhos da investigação em causa, venho solicitar a mesma informação, mas relativamente ao ano letivo de 2013/2014.

Desde já agradecendo a atenção dispensada, subscrevo-me cordialmente,

Sílvia Tavares de Castro

---

De: DSDC (DGE) <dcdc@dge.mec.pt>  
Data: 17 de julho de 2012 às 14:43  
Assunto: FW: Informação Manuais de Biologia e Geologia\_10º ano  
Para: <silvia.t.castro@gmail.com>

Ex.ma Senhora  
Doutoranda do Instituto de Educação da Universidade de Lisboa  
Dr.ª Sílvia Maria Henriques Tavares de Castro

Em resposta ao e-email infra, junto se enviam as referências relativas aos dois manuais escolares de Biologia e Geologia do 10.º ano de escolaridade mais adotados no ano letivo 2011-2012: "10º Ano - Biologia e Geologia - CCH (CT - FE) – ISBN: 978-972-627-947-1 – Nome: Biologia e Geologia 10 - Areal Editores, SA"; "10º Ano - Biologia e Geologia - CCH (CT - FE) – ISBN: 978-972-0-42170-8; Nome: Terra, Universo de Vida - Biologia e Geologia A - 10.º Ano - Porto Editora, L.da".

Agradecemos que oportunamente seja dado conhecimento dos resultados da sua investigação a esta Direção-Geral, bem como de eventuais resultados parcelares relativos a manuais escolares.

Com os melhores cumprimentos.  
A Diretora de Serviços de Desenvolvimento Curricular  
Eulália Alexandre

---

De: Sílvia Castro [mailto:silvia.t.castro@gmail.com]  
Enviada: terça-feira, 5 de Junho de 2012 15:15  
Para: Manuais (DGIDC)  
Assunto: Informação Manuais de Biologia e Geologia\_10º ano

Exma. Senhora  
Chefe da Divisão de Manuais Escolares Material Didático e Equipamento Educativo  
Dra. Ana Neves

Eu, Sílvia Maria Henriques Tavares de Castro, encontro-me a realizar uma investigação inerente ao programa de doutoramento em educação, na área da didática das ciências, cujo programa, aceite pelo Conselho Científico do Instituto de Educação da Universidade de Lisboa, por despacho datado de 3 de maio de 2011, anexo a esta mensagem. Neste projeto de tese, subordinado ao tema "A construção da ciência na educação científica do ensino secundário: análise dos manuais escolares e das conceções dos professores de Biologia e Geologia do 10º ano" proponho-me realizar uma análise comparativa, no que diz respeito à forma como a natureza da ciência está contemplada na disciplina de Biologia e Geologia do 10º ano, dos respetivos programa e manuais escolares e das conceções dos professores que lecionam a disciplina. Para o efeito, utilizarei, como objeto de estudo os dois manuais mais selecionados em 2011/2012. Venho assim solicitar a V.ª Ex.ª essa informação, ou seja, quais foram os dois manuais escolares de Biologia e Geologia do 10º ano mais selecionados no ano letivo de de 2011/2012.

Desde já agradecendo a atenção dispensada, subscrevo-me cordialmente,

Sílvia Tavares de Castro

**8.2. Dados da DGE acerca das escolas que adotaram os dois manuais mais selecionados em 2013/2014.**



Sílvia Castro <silvia.t.castro@gmail.com>

---

## Listagem e contactos de escolas\_Manuais escolares\_envio de questionário

---

De: Sílvia Castro [mailto: <silvia.t.castro@gmail.com>]

Data: 18 de março de 2014 às 14:44

Assunto: Informação Manuais de Biologia e Geologia\_10º ano

Para: fernando.reis@dge.mec.pt

Cc: Ana Maria Morais <ammorais@ie.ul.pt>

Exmo. Senhor Diretor-Geral de Educação  
Doutor Fernando Egídio Reis

Eu, Sílvia Maria Henriques Tavares de Castro, encontro-me a realizar uma investigação inerente ao programa de doutoramento em educação, na área da didática das ciências, cujo programa, aceite pelo Conselho Científico do Instituto de Educação da Universidade de Lisboa, por despacho datado de 3 de maio de 2011, anexo a esta mensagem.

Neste projeto de tese, subordinado ao tema "A construção da ciência na educação científica do ensino secundário: análise dos manuais escolares e das conceções dos professores de Biologia e Geologia do 10º ano" proponho-me realizar uma análise comparativa, no que diz respeito à forma como a natureza da ciência está contemplada na disciplina de Biologia e Geologia do 10º ano, dos respetivos programa e manuais escolares e das conceções dos professores que lecionam a disciplina.

Neste sentido, a investigação prevê que sejam utilizados, como objeto de estudo, os dois manuais dessa disciplina mais selecionados em 2013/2014 e as conceções dos professores que lecionam Biologia e Geologia ao 10.º ano com base nesses manuais, o que será feito através da aplicação de um questionário online, que já foi autorizado pelo MIME/DGE (mensagem de autorização em anexo). Para o efeito, anexo também à presente mensagem, uma declaração da Orientadora da investigação.

Os dois manuais mais selecionados em 2013/2014 relativamente à disciplina de Biologia e Geologia do 10.º ano foram, em conformidade com informação em seu tempo solicitada à DGE e prestavelmente cedida, os seguintes:

- ☐ 10º Ano - Biologia e Geologia - CCH (CT - FE) – ISBN: 978-972-627-947-1 – Nome: Biologia e Geologia 10 - Areal Editores, SA”;
- ☐ “10º Ano - Biologia e Geologia - CCH (CT - FE) – ISBN: 978-972-0-42170-8; Nome: Terra, Universo de Vida - Biologia e Geologia A - 10.º Ano - Porto Editora, L.da”.

Neste sentido, a fim de enviar o questionário para as escolas que adotaram os manuais referidos, venho solicitar a V.ª Ex.ª que me seja concedido acesso à listagem das escolas que adotaram esses manuais e aos seus contactos de e-mail.

Desde já agradecendo a atenção dispensada, subscrevo-me cordialmente,  
Sílvia Tavares de Castro

3 anexos:

Projeto\_Tese\_Sílvia Castro[1].pdf 715K

Autorização\_MIME\_DGE.pdf 48K

Envio\_quest\_Declaracao\_orientadora.pdf 28K

---

De: Fernando Reis (DGE) <fernando.reis@dge.mec.pt>  
Data: 11 de abril de 2014 às 18:04  
Assunto: FW Informação Manuais de Biologia e Geologia\_10º ano  
Para: <silvia.t.castro@gmail.com>]

Cara Dra. Sílvia

Autorizei a cedência da informação solicitada em mensagem de que lhe será dado conhecimento.

Lamento, no entanto, o atraso na minha resposta, que espero não tenha comprometido o seu trabalho.

Com os meus cumprimentos,  
Fernando Reis



## **APÊNDICE 9**

### **Contacto com as editoras**



**9.1. Pedidos de acesso aos materiais dos professores dos dois manuais (Manual A e Manual B).**



---

## Manual Escolar \_ Versão do Professor

---

**Sílvia Castro** <silvia.t.castro@gmail.com> 1 de agosto de 2012 às 16:05  
Para: inf.editorial@arealeditores.pt

Exmos. Senhores

Eu, Sílvia Maria Henriques Tavares de Castro, encontro-me a realizar uma investigação inerente ao programa de doutoramento em educação, na área da didática das ciências, cujo programa foi aceite pelo Conselho Científico do Instituto de Educação da Universidade de Lisboa, por despacho datado de 3 de maio de 2011. Neste projeto de tese, subordinado ao tema "A construção da ciência na educação científica do ensino secundário: análise dos manuais escolares e das conceções dos professores de Biologia e Geologia do 10º ano" proponho-me realizar uma análise comparativa, no que diz respeito à forma como a natureza da ciência está contemplada na disciplina de Biologia e Geologia do 10º ano, dos respetivos programa e manuais escolares e das conceções dos professores que lecionam a disciplina. Para o efeito, utilizarei, como objeto de estudo os dois manuais mais selecionados em 2011/2012.

Mediante solicitação minha, foi-me oficialmente comunicado pela DGE/Divisão de Manuais Escolares que um dos dois manuais escolares de Biologia e Geologia do 10º ano mais selecionados no ano letivo de de 2011/2012 foi o manual de Biologia e Geologia - CCH (CT - FE) - ISBN: 978 - 972 - 627 - 1 - Areal Editores. Por conseguinte, esse é um dos manuais que irei analisar na minha investigação. No entanto preciso da versão destinada ao Professor. Como deixei de ser Professora em 2006, quando ingressei na carreira técnica superior do Ministério da Educação, não me é possível ter acesso a essa versão na livraria do Professor, conforme me indicaram a qual também não está á venda. Desta forma, venho solicitar a V.ª Ex.ª que me seja facultado um exemplar do manual referido - versão do Professor - o qual estou disposta a pagar.

Desde já agradecendo a atenção dispensada e aguardando resposta, subscrevo-me cordialmente,

Sílvia Tavares de Castro



---

## Manual Biologia e Geologia 10\_Materiais do Professor

---

**Sílvia Castro** <silvia.t.castro@gmail.com> 8 de agosto de 2013 às 09:42

Para: "secretariado@portoeditora.pt" secretariado@portoeditora.pt

À Porto Editora  
Exmos. Senhores

Eu, Sílvia Maria Henriques Tavares de Castro, encontro-me a realizar uma investigação inerente ao programa de doutoramento em educação, na área da didática das ciências, cujo programa, aceite pelo Conselho Científico do Instituto de Educação da Universidade de Lisboa, por despacho datado de 3 de maio de 2011, anexo a esta mensagem.

Neste projeto de tese, subordinado ao tema "A construção da ciência na educação científica do ensino secundário: análise dos manuais escolares e das conceções dos professores de Biologia e Geologia do 10º ano" proponho-me realizar uma análise comparativa, no que diz respeito à forma como a natureza da ciência está contemplada na disciplina de Biologia e Geologia do 10º ano, dos respetivos programas e manuais escolares e das conceções dos professores que lecionam a disciplina.

Para o efeito, estou a utilizar, como objeto de estudo, os dois manuais mais selecionados em 2012/2013, para essa disciplina e nível de escolaridade, um dos quais é o manual "Terra, Universo de Vida - Biologia e Geologia - 10.º Ano - Porto Editora" - ISBN: 978-972-0-42170-8.

O nome das editoras e dos manuais não será referido ao longo da investigação, utilizando-se, para estes, nomes fictícios.

Este estudo preconiza o estudo dos manuais no seu todo, isto é, incide na parte destinada aos alunos, no caderno de atividades e nos materiais destinados ao Professor. Não me é possível aceder a estes últimos, já que apenas estão disponíveis para os Professores das escolas que escolheram esse manual. Assim, uma vez que a sua análise é fundamental para poder prosseguir esta investigação, venho por este meio solicitar a V.ª Ex.ª, que se digne a autorizar que os materiais para o Professor do manual "Terra, Universo de Vida - Biologia e Geologia - 10.º Ano - Porto Editora" - ISBN: 978-972-0-42170-8 me possam ser fornecidos, via online, ou noutro suporte, conforme for mais conveniente.

Para o efeito, envio em anexo uma declaração da Orientadora da minha tese de doutoramento,

Professora Doutora Ana Maria Morais.

Desde já agradecendo a atenção dispensada, subscrevo-me cordialmente,

Lisboa, 8 de agosto de 2013

Sílvia Castro





**9.2. Parecer da Orientadora anexo aos pedidos de acesso aos materiais dos professores dos manuais (Manuais A e B).**





Instituto de Educação  
UNIVERSIDADE DE LISBOA

### **PARECER DO ORIENTADOR**

Ana Maria Morais, professora catedrática jubilada do Instituto de Educação da Universidade de Lisboa, vem, na qualidade de orientadora da tese de doutoramento submetida por Sílvia Maria Henriques Tavares de Castro com o tema " A Construção da Ciência na Educação Científica do Ensino Secundário: análise dos manuais escolares e das concepções dos professores de Biologia e Geologia do 10º ano", declarar que os trabalhos previstos no âmbito da sua tese preconizam um estudo comparativo, no que diz respeito à forma como a natureza da ciência está contemplada na disciplina de Biologia e Geologia do 10º ano, dos respetivos programas e manuais escolares e das concepções dos professores que lecionam a disciplina, sendo fundamental, para o efeito, a análise dos manuais no seu todo, incluindo os materiais destinados ao Professor.

Lisboa, 6 de agosto de 2013

*Ana Maria Morais*



**9.3. Dados de acesso à Escola Virtual, plataforma onde são disponibilizados os materiais dos professores dos dois manuais (Manuais A e B)**



Sílvia Castro <silvia.t.castro@gmail.com>

---

## Acesso à Escola Virtual

---

apoioprofpe@portoeditora.pt <apoioprofpe@portoeditora.pt> 9 de agosto de 2013 às 15:01  
Para: silvia.t.castro@gmail.com

Professora Sílvia Castro,

No seguimento do nosso contacto telefónico, confirmamos o envio do manual "Terra, Universo de Vida de 10.º ano", sob o registo EQ352502085PT.

Confirmamos, também, a atribuição do acesso à Escola Virtual para o ano letivo 2013/2014. Este serviço estará disponível já a partir do próximo dia 1 de setembro. Para obter os recursos associados ao projeto que lhe enviamos, necessitará de aceder a [www.escolavirtual.pt](http://www.escolavirtual.pt). Após introduzir os seus dados de acesso, necessitará de selecionar a opção "Recursos" - "E-manuais" - Ano de escolaridade - Disciplina e, por fim, escolher o manual em questão.

Com os nossos melhores cumprimentos e ao dispor

Acácio Araújo

ESPAÇO PROFESSOR

(Este texto foi escrito ao abrigo do novo Acordo Ortográfico)

Porto Editora

Rua da Restauração, 365 - 4099-023 PORTO

Fax: 22 608 83 45 \* Tlf.: 707 22 33 66 ou 226 056 747

(disponível nos dias úteis, das 9 às 12:30 e das 14 às 18 horas)

<http://www.portoeditora.pt/espacoprofessor/>

Sílvia Castro <[silvia.t.castro@gmail.com](mailto:silvia.t.castro@gmail.com)>

---

## Inscrição Escola Virtual nº 788025

---

**contacto@escolavirtual.pt** <[contacto@escolavirtual.pt](mailto:contacto@escolavirtual.pt)> 9 de agosto de 2013 às 14:35  
Para: <[silvia.t.castro@gmail.com](mailto:silvia.t.castro@gmail.com)>

-----ATENÇÃO-----

Esta é uma mensagem automática, por favor, não responda. Em caso de dúvida ou para qualquer contacto adicional, dirija-se ao nosso Serviço de Apoio Técnico:  
<<http://www.escolavirtual.pt/contacto/>> .

-----  
Caro(a) Sílvia Maria Henriques T. Castro

Vimos por este meio confirmar a sua inscrição na Escola Virtual.  
Recordamos que os conteúdos adquiridos estarão disponíveis a partir do próximo dia 1 DE SETEMBRO, data em que se inicia o ano letivo 2013-14.

-----  
Resumo da sua Inscrição na Escola Virtual

-----  
Nº Cliente - 5345155  
Nome - Sílvia Maria Henriques T. Castro  
E-mail - [silvia.t.castro@gmail.com](mailto:silvia.t.castro@gmail.com)  
Morada - R.Americo Durao, 18 - 5.B  
1900 - 064 LISBOA  
Portugal

\*\*\* DADOS ACESSO \*\*\*

Nome de Utilizador: 5542121  
Password: 250561

Bom trabalho com a ESCOLA VIRTUAL!  
Atentamente,  
Equipa Escola Virtual